

SELGROOGSETE

ZOOLOGIA

TARTU RIIKLIK ÜLIKOO

ZOOLOOGIA KATEEDER

J. AUL

SELGROOGSETE

ZOOLOOGIA

TARTU 1962

Тартуский государственный университет
ЭССР, Тарту, ул. Юликооли, 18

Ю. Ауль
ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ
I часть
На эстонском языке

Vastutav toimetaja J. Ristkok
Korrektor E. Oja

=====

TRÜ rotaprint 1962. Trükipoognaid 12,8.
Tir. 400 eks. MB 05339. Tell. nr. 821.

Hind 38 kop.

SISSEJUHATUSEKS.

Selgroogsete zooloogia käsitleb loomi, kelle tähtsamaks üldiseks tunnuseks on selgroog (columna vertebralis).

Süsteemaatilises mõttes moodustavad selgrooga varustatud ehk selgroogsed loomad loomariigi keelikloomade hõimkonna alamhõimkonna. On aga tavaks saanud, et selgroogsete zooloogia kursuses käsitletakse ka teisi keelikloomade rühmi, nii siis kogu keelikloomade hõimkonda.

KEELIKLOOMADE HÕIMKOND (CHORDATA).

Kui keelikloomad on arengulooliselt loomariigi kõige kõrgemateks vormideks, siis ei tähenda see veel seda, nagu oleksid kõik keelikloomad kõrgesti organiseeritud ja ülimalt jõudlikud. Tavaliselt on eri loomahõimkonnad oma arengut alustanud väga primitiivsete vormidena, ja viimased on osaliselt säilinud. Seetõttu leiame igas loomahõimkonnas lisaks kõige hilisemal ajal tekkinud kõrgematele vormidele ka rohkesti ürgseid "minevikuvorme". Nii on see ka keelikloomade juures ja sellega on seletatav, et üldisi tunnuseid, mis keelikloomi iseloomustavad, on kaunis vähe ja et keelikloomad jagunevad mitmeks väga erinevaks ning arengu tasemelt väga ebavõrdseks alamhõimkonnaks.

Need vähesed üldised tunnused, mis keelikloomi iseloomustavad, on järgmised:

1. Süda (kui see on olemas) asetseb loomal kõhtmiselt (ventraalselt). Selgrootuil loomadel asetseb see selgmiselt (dorsaalselt).

2. Närvisüsteemi keskosa (kesknärvisüsteem) asetseb selgmiselt ja on seest õõnes, s.o. torutüüpi. Asjaomane õõs kannab neurotsööli nimetust.

3. Närvitoru ja soolтору vahel kohal asetseb sisetoes, erilaadse elundi - seljakeeliku (chorda dorsalis) kujul. See koosneb suurtest tugevasti vakuoliseeritud rakkudest. Seljakeeliku olemasolu tõttu on kogu hõimkond oma nimetusegi saanud.

4. Keelikloomade hingamine toimub soolтору eesosa kaudu. Alamatel keelikloomadel, veevormidel, on siin kummalgi pool neelu külgedel rida lõpuspilusid ja nende seintele kinnituvad tavaliselt lõpused. kõrgematel vormidel, maismaaselgroogseil, esinevad lõpuspilud vaid looteas ja asenduvad hiljem neelu kõhtmiselt küljelt väljasopistuvate hingamiselunditega - hingetoruga ja kopsudega.

Lisaks nimetatud tunnustele iseloomustab keelikloomi veel rida teisi olulisi tunnuseid, mis aga on omased ka mõnele teistele loomahõimkondadele:

1. Keelikloomad on bilateraalsümmeetrilised loomad. Seda tunnust jagavad nad teatavasti teiste hulkraksete loomadega, välja arvatud ainuõõssed ja käsnad.

2. Mitmed organid asetsevad metameerselt: selgrootülid, perifeerne närvisüsteem (seljaajunärvid ja vastavad ganglionid), mitmed lihased, mitmed veresooned jne. Keelikloomadel on aga metameersus märgatavalt nõrgemini arenenud kui näit. lülilalgseil ja rõngussidel.

3. Lõplik suuava tekib gastrula seina läbimurdmise teel, ürgsuu (gastropoori) vastasküljel. Keelikloomad on seega teis-suused ehk deuterostoomsed loomad. Loote ürgsuu kujuneb pärakuks. Teissuusus lähendab keelikloomi okasnahksetega ja harjaslõugsetega selgrootute hulgas.

4. Keelikloomad omavad teiselist (sekundaarset) kehaõõnt ehk tsöloomi. Teisene kehaõõs esineb teatavasti ka rõngussidel, okasnahkseil, harjaslõugseil, limustel ja lülilalgseil.

Keelikloomade hõimkonnas eristatakse nelja alamhõimkonda: ürgkeelikloomi, mantelloomi, koljutuid ja selgroogseid.

ÜRGKEELIKLOOMADE ALAMHÕIMKOND (HEMICHORDATA)

Siaa kuuluvad vähesed ussilaadsed mereloomad, keda kaua aega peeti selgrootuks.

Ürgkeelikloomadest on kõige tuntumateks vormideks lukisussid (Balanoglossus). Need on mõne om kuni paari meetri pikused merede kaldaaladel liivases põhjas elutsevad loomad.

Lukisussi keha jaguneb kolme ossa: kärss ehk lukis, kaelus ja kere. Kärss (lukis) kujutab endast tõrujat lihasterikast liikumiselundit. Kaelus on lamendunud võru kujuline ja selle poolest tähelepanuväärne, et ta eriti rohkesti lima eritab, mis looma kaitseb ja ta edasiliikumist (tuhnimist) soodustab. Kere eesosa kummalgi küljel avaneb rida lõpuspilusid, kere lõpul asetseb pärak (anus).

Keha on kaetud ainukihilise ripsmelise epiteeliga. Selles on rohkesti ainurakseid limanäärmeid, eriti kaeluseosas. Epiteeli all leiame välimisest ring- ja sisemisest pikilihaskihist koosneva silelihasrakkudest lihaskonna. Epiteel koos lihaskonnaga moodustab nahklihasmõigu, mis on paljude selgrootute tunnuseks.

Närvisüsteem koosneb epiteeli all olevast närvipõimikust ja selgmisest ning kõhtmisest ganglioossest närviväädist. Kaelusepiirkonnas laskub selgmine närviväät sügavamale ja on siin kõhtmise närviväädiga ringja kommissuuri varal ühenduses. Paiguti sisaldavad närviväädid õõnt, mida võib pidada neurotsöoliks. Eristunud meeleeelundid puuduvad.

Kehaõõs (tsöloom) jaotub üheks paarituks ja kaheks paariliseks osaks. Paaritu osa asetseb kärssas, eesmine paariline osa kaeluses, tagumine keres. Kärsaõõs on kärsaaurvete ja kaeluseõõned kaeluseaurvete varal välismaailmaga ühenduses. Nime-

tatud urvete kaudu võib vesi vastavatesse kehaõõne osadesse ja neist välja pääseda, mistõttu kärss ja kaelus võivad suureneda ja aheneda, omandades seega teatava sarnasuse okasnahksete ambulakraaljalakestega.

Seedekulgla eesosa - suuõõne - selgmiselt küljelt sopistub kärssa suunas välja paaritu suurtest vakuoliseeritud rakkudest koosnev jätke. Seda jätket (notochorda) peetakse algeliseks seljakeelikuks. Suuõõnele järgneb neel. Selle selgmine osa on kummalgi küljel rea lõpuspilude kaudu välismaailmaga ühenduses. Iga lõpuspilu siseava on peaaegu kaheks jaotatud keelja ripiku abil, mis, olles rikkalikult verelakuunidega varustatud, mängib lõpuse osa. Lõpuspilude kaudu liigub vesi neelust välja. Neelu kõhtmise osa seinad on rikkalikult varustatud limarakkudega ja ripsmelise epiteeli rakkudega. Eriti rohkesti on neid rakke neelu kõhtmises mediaanses osas, mis kannab endostüüli nime. Siia kleepuvad toidupalakesed (pisiloomad) ja liiguvad tahapoole.

Neelule järgneb seedekulgla näärmeline osa, milles toimub toidu seedimine. Mõnedel vormidel moodustab seedekulgla näärmeeline osa hulga seljapoole suunduvaid eopiseid, mis kannavad maksajätkete nimetust. Seedekulgla tagaosas kujutab endast lihtsat toru, mis kere lõpul lõpeb pärakuga.

Seedekulgla on selgmise ja kõhtmise soolekinnise ehk mesenteeri varal keha seintele kinnitatud. Kinnised on ühtlasi vaheseinteks, mille varal kehaõõs on kaeluse- ja kerepiirkonnas kaheks jaotatud.

Vereringe on lahtine. Ringeelundkond koosneb elunditesistestest lakuunidest, kusjuures lakuunidel iseseisvad seinad tavaliselt puuduvad. Kaks lakuuni on eriti pikad ja mahukad ning kannavad solja- ja kõhuveresoone nimetust. Kaelusepiirkonnas on need kummalgi pool kaarjate lakuunikeste varal ühenduses. Kärssa alumiku tasemel laieneb seljaveresoon suuremaks kesklakuuniks ehk "südameks". Veri - värvitu, amööbjaid rakke sisaldav vedelik - liigub seljaveresoones tagant ettepoole, kõhuvere-

soones - eest tahapoole. Vere paneb liikuma umbne lihasterikas kotike, nn. südamepõis, mis asetseb "südame" kohal ja, koondudes rütmiliselt, surub vere "südamest" kaelusepiirkonna kaarjate lakuunide kaudu kõhuveresoonde. Vere tagasilikumist veresoontes takistavad klapid.

Erituselunditeks on kaks paari nefridiaaltorukesi, mis avanevad kummalgi pool eesmisesse lõpuspilusse. Erituselundina tähtsaks ka nn. päsnake (glomerulus). See on õõnes kurdunud moodustis ja kujutab endast "südame" ja kärsaõõne vahelist vaheseinat. "Südamest" difundeeruvad vedelikud päsnakesesse ja siit kärsaõõne kaudu loomast välja.

Lukisussid on lahksugulised (gonohoristid), kusjuures isagonaadi ehk raiad ja emasgonaadid ehk munasarjad on teineteisele väga sarnased. Nad asetsevad kotjate moodustistena rida-misi kummalgi pool sooltoru, kust nad lühikeste viimikäikude kaudu kere selgmisele pinnale avanevad. Sugurakud satuvad seega vette, nii et viljastamine on väline.

Enamiku ürgkeelikloomade arenemine toimub moonde teel. Vastne - nn. tornaaria - on niivõrd suurel määral okasnahkse-te vastse taoline, et teda kaua aega peetigi mingi meretähe vastseks.

Lõpuspilude olemasolu, algeline seljakeelik, neurotsööl ja mitmed teisedki tunnused räägivad ürgkeelikloomade kuuluvuse kasuks keelikloomade hõimkonda. Teisest küljest leidsime siin tunnuseid - kõhtmine ja selgmine närviväät, omapärane vereringe, nahklihasmõik -, mis neid keelikloomadest eraldavad ja lähendavad rõngussidele. Vastne - tornaaria - seob neid aga kogu ni okasnahksetega.

Ürgkeelikloomad pakuvad seega arenguloolises mõttes suurt teaduslikku huvi. Nad on vahevormideks okasnahksete ja madalamate selgrootute vahel ühelt ja teiste keelikloomade vahel teiselt poolt.

MANTELLOOMADE ALAMHÜIMKOND (TUNICATA, UROCHORDATA).

Mantelloomad ehk tunikaadid on mereloomad. Osa neist elab avameredes, pelaagiliselt, osa on sessiilsed, kas üksikindiviidid või koloniaalsed vormid.

Mantelloomade eritunnuseks on nende omapärane väliskest - tuunika. See on osalt nahaepiteeli, osalt siia tunginud mesodermirakkude eritusprodukt ja on mitmesuguse konsistentsiga (poolkõva, nahkne, sültjas jne.). Paljude mantelloomade tuunika sisaldab tunitsiini, mis oma keemiliselt koostiselt sarnaneb tselluloosiga ja on seega ainulaadseks aineks loomariigis.

Mantelloomad jagunevad kolme klassi: ripikloomad, meretuped ja salbid.

MERETUPPEDE KLASS (ASCIDIAE).

Meretuppe (astsiidide) klassi kuulub massiliselt enamik mantelloomi (ligi 1000 liiki). Täiskasvanud olekus on enamik neist üksikindiviidid.

Meretupp (Ascidia) on mõne cm kõrgune kotjas loom. Ühe otsaga kinnitub ta põhjale, teine ots ulatub vabalt vette ja selle küljes leiame ka kaks jätket või "kaela". Ülemine jätk kannab suusifooni nimetust ja lõpeb suuavaga, külgmise jätk kannab kloaagisifooni nimetust ja lõpeb kloaagiavaga. Arenemislugu on näidanud, et kloaagisifoon asetseb looma selgmisel, suusifoon - kõhtmisel küljel. Kui puistata vette mingit värvainet, siis näeme, et see kandub veega meretupe suuava kaudu ta kehha ja väljub sellest kloaagiava kaudu. Kui meretuppe ärritada või kui ta veest välja tõsta, siis tõmbub ta kokku, kusjuures mõlemast sifoonist paisatakse vett välja.

Meretupe keha on kaetud ainukihilise epiteeliga. Epiteeli peale jääb tuunika. See on siin võrdlemisi paks, kõva ja läbipaistev. Epiteeli alla jääb sidekudet ja silelihasrakke. Viimased moodustavad kaks lihaskihti: välimise piki- ja sisemise

ringlihaskihi. Epiteel koos sidekoega ja lihasrakkudega moodustab keha seina ehk mantli (mantia). See on võrdlemisi õhuke moodustis ja vastab rõngusside ja ürgkeelikloomade nahklihasõigule. Mantel liitub tuunikaga suuava- ja kloaagiavapiirkonnas, nii et looma keha otsekui ripub vabalt tuunikas.

Närvisüsteemi keskseks osaks on keha selgmisel küljel, suu- ja kloaagisifooni vahakohal asetsev ganglion. Meeleelundid puuduvad. Omapärane on see, et seljakeelikki puudub.

Suuõõs läheb üle ruumikaks neeluks (pharynx). Neelu õhukestes seintes on rohkesti lõpuspilusid ehk stigmasid, mille kaudu vesi filtreerub neelu ümber asetsevasse, kloaagisifooni abil välismaailmaga ühenduses olevasse peribranhiaalõõnde. Viimane on kogu ulatuses ektodermiga vooderdatud ja on tekkinud keha välispinna sissesopistumise teel. Piki kõhtmist külge kasvab neel kokku mantliga. Neelu sisemisel kõhtmisel pinnal kulgeb kummaltki poolt kurruga piiratud vagu - endostüül. Endostüüli põhi on vooderdatud kõrgete ripsmelise epiteeli rakkudega, endostüüli küljed (kurrud) - limarakkudega. Neelu algusel läheb endostüül üle kaheks neeluümbriseks rõngaks. Neelu selgmisel küljel (endostüüli vastas) leiame ripsmelise seljaplaadikese. Toidupalakesed, mis endostüüli satuvad, kleepuvad siin lima varal tombukesteks ja veeretatakse siis ripsmete tegevusel söögitorru. Viimane algab neelu selgmises kaugmises osas. Söögitorule järgneb käävjas paksuseinaline magu. Sooltoru, moodustanud kaks käärdi, avaneb peribranhiaalõõnde. Maks puudub.

Mao läheduses, kõhtmiselt, leiame südame. See kujutab endast kotikest, mille kummastki otsast algab veresoone. Esmine veresoone saadab oma rohked harud stigmade piirkonda, tagumine varustab siseelundeid. Veresoontel puuduvad iseseisvad seinad, need on ainult südamel. Vereringe on seega lahtine. Südame koondet toimuvad peristaltiliselt, ühest otsast teise, kusjuures koonete suund vaheldub ja veri liigub kord sisikondade poolt neelu poole, kord vastupidi.

Sooltoru ühes kõõrus asetseb läbipaistvate põiekeste kimp.

Nendes põiekestes leiame kusihapet sisaldavaid konkretsioone ja neid peetakse erituselundeiks. Sooltoru teises käärus leiame gonaadid - munasarja ja raia. Tunikaadid on seega liitsugulised (hermafrodiidid). Sugujuhad avanevad peribranhiaalõõnde. Viljastumine toimub kas peribranhiaalõõnes või (harvemini) vabas looduses.

Meretupe vastne on tilluke konnakallesetaoline vagiilne moodustis. Täiskasvanud loomaga võrreldes on ta paremini arenenud: tal on torujas kesknärvisüsteem, tal on meeleeelundid (silmake ja statotsüst) ning tema sabas leiame hästi arenenud seljakeeliku. Õige varakult kinnitub vastne aga mingile veealusele esemele ja teeb läbi regressiivse metamorfoosi.

Peale sugulise sigimise sigivad meretuped ka pungumise teel (suguta sigimine).

Meretuped jagunevad kolmeks seltsiks: lihtmeretupelised, liitmeretupelised ja tulirullilised.

Meretupod (näit. Ascidia mentula) kuuluvad lihtmeretupeliste ehk monastsiidide (Monascidae) seltsi. Need elavad Atlandi ookeanis ja Vahemeres. Tuntumatest vormidest, mis monastsiidide seltsi kuuluvad, võiks nimetada veel näit. Cione intestinalis (Atlandi ookeanis ja Vahemeres).

Liitmeretupelised ehk sinastsiidid (Synascidae) on samuti sessiilsed vormid, kuid sigides pungumise teel, moodustavad nad kolooniaid, milles üksikindiviidid (loomikud ehk zooiidid) asetsevad ühises sültsjas massis. Sinastsiidide tuntumateks perekondadeks on Botryllus ja Clavelina.

Tulirullilised ehk pyrosoomid (Pyrosomata) on koloniaalsed vagiilsed pelaagilised vormid. Loomikud asetsevad ühises tuunikas, nii et suuavad on suunatud väljapoole, kloaagiavad sissepoole, koloonia ühisõõnde, mis avaneb koloonia ühes otsas. Tulirullilised on oma nime saanud sellest, et nad pimeduses tugevasti ja ilusasti helendavad (fosforistseeruvad). Pyrosoma atlanticum elutseb soojades meredes.

RIPIKLOOMADE KLASS (APPENDICULARIAZ. COFELATA).

Ripikloomad ehk apendikulaarid on väikesed pelaagilised loomakesed. Oma kujult - piklik ümardunud kere ja pikk lamendunud saba - meenutavad nad konnakullesid, mistõttu on rahvas seas tuntud ka merekullesite nime all. Tuunika on nõrgalt arenenud ja esineb nn. "majakese" kujul. See on võrdlemisi ruumikas, heidetakse vahetevahel ära ja asendatakse uuega. Saba leiame hästi arenenud seljakeeliku. Lõpuspilusid on kõigest kaks ja need avanevad otse välja, nii et peribranhiaalõõs puudub. Arenemine toimub otseselt, ilma moondeta. Suguta sigimist ei esine.

Kõigest sellest nähtub, et apendikulaarid vastavad oma ehituselt astsiidide vastsetele, olles seega kõige algelisemateks mantelloomadeks.

SALPIDE KLASS (SALPAE, THALIACEA).

Salbid ehk meritünnikud on väikesed troopilistes ja sub-troopilistes meredes väga laialt levinud vagiilsed läbipaistvad tünniku- või kohvrilaadsed loomakesed. Suu- ja kloaagiavad asetsevad keha vastaspoolsetel otsadel. Lõpuspilusid on kaks või kaks rida. Lihased kulgevad rõngjate lintidena (vaadi vitse taoliselt) ümber keha. Täiskasvanutel saba ja seljakeelik puuduvad.

Sigimise poolest iseloomustab salpe suguta ja sugulise põlvkonna vaheldumine (metagenees). Sugulisel teel tekivad üksikindiviidid, suguta teel - salpide kolooniad. Üksikindiviidid on suguta vormid, kolooniad - sugulised.

Üksikindiviidi kõhtmisel ja selgmisel küljel tekivad erilised ripikud - stoolonid. Kõhtmisel stoolonil tekivad rakkude kogumikud - pungad. Need nihkuvad ("ronivad") looma selja- piirkonda ja kinnituvad siin selgmisele stoolonile, kus nad loomikuteks arenevad. Samaaegselt toimub selgmise stooloni pi-

kenemine, ja sedamööda, kuidas siia uusi loomikuid juurde tuleb, kasvab koloonia pikemaks. ~~Ma~~indiviid kaotab lõpuspilud ja sooltoru, tema lihased paksenevad, tema närvisüsteem progresserub: ta muutub koloonia liikumisvahendiks. Koloonia loomikud osutuvad sugulisteks indiidideks, sest nad sigivad suguliselt. Osa salpe moodustab polümorfseid kolooniaid.

Salpide tuntumateks perekondadeks on Salpa ja Doliolum.

Omal ajal arvati, et mantelloomad on molluskid. Alles läinud sajandi keskel, tänu vene teadlase A.O.Kovalevski klassistide uurimustele astsiidide arengu üle, millega oli näidatud, et mantelloomadel on kõik keelikloomadele omased tunnused, sai võimalikuks arvata nad viimaste hulka. Meenutame siiski, et nad rea tunnuste poolest (nahklihasmõik, sifoonid, lah-tine vereringe, tuunika, maksa puudumine, pungumisvõime, metagenees jm.) tüüpilistest keelikloomadest erinevad. Mantelloomad on varaseks ja sessiilse eluviisi tõttu mandunud ning erisuunas arenenud külgvõsundiks keelikloomade sugupuus.

KOLJUTUTE ALAMHÕIMKOND (ACRANIA, CEPHALOCHORDATA).

Koljutute ehk akraanide alamhõimkonda kuulub ligi 30 liiki väikesi kalajaid mereloomi.

Koljutute tuntumaks vormiks on süstikkala (Brachistona lanceolatum), 5-8 cm pikkune mereloom. Esineb näiteks Mustas meres ja Vahemeres. Elutseb rannavetes, tuhnides liivases põhjas.

Süstikkala avastati 1774.a. vene kuulsa akadeemiku Pallase poolt Lõuna-Inglismaa rannikult. Pallas pidas teda molluskiks. 60 aastat hiljem liideti ta süsteemis kaladega. Iseseisva alamhõimkonna hulka eraldati hiljem. Nüüd selgus ka, et sel loomakesel on erakordselt suur teoreetiline tähtsus selgroogsete loomade põlvnemise selgitamisel. Võib öelda, et süstikkala on saanud teadlaste peres kõige populaarsemaks loomaks. Lõuna-Hiinas kasutatakse teda toiduks.

Süstikkala on külgedelt komprimeeritud, eest ja tagant teravnev lantsetjas loomake. Piki selga kulgeb seljauim, mis

keha lõpul läheb üle sabauimeks, kuna viimane omakorda kõhtmisel küljel läheb üle kõhuuimeks. Eespool hargneb kõhuuim kaheks küljekurruks (metapleura). Pea kõhtmisel küljel leiame ruumika tassilaadse suulehtri, mille servad on varustatud tundlikkude väädikutega (cirri). Keha tagaosas kõhtmisel küljel, keskjoonest vasakul, märkame pärakut ja küljekurdude alguskohtal ava, mis kannab atriopoori nimetust.

Süstikkala keha on kaetud ainukihilise silinderepiteeliga, mis oma pinnale eritab õhukese kutiikula (selgrootute tunnus). Epiteelirakkude hulgas on rohkesti karikjaid ainurakseid näärmeid, mis eritavad keha pinnale lima. Epiteeli all leiame õhukese sültjast sidekoest pärismaha ehk kooriumi.

Lihasfond koosneb kahest pikutisest lihaspaelast, mis sidekoelistest vaheseinte ehk müoseptide (ehk müokommide) varal metameerselt jaotuvad umbes 60 müomeeriks. Müoseptid on <-kujulised, teravikuga ettepoole, ja müomeerid meenutavad seega koonuseid, mis üksteise sees asetsevad, tipuga ettepoole. Müomeerid ei asetse kohakuti (sümmeetriliselt), vaid vahelduvalt: ühe külje müomeer asetseb teise külje müosepti kohal.

Toese põhiliseks osaks on seljakeelik, mis tiheda jämeda väädina kulgeb soolтору ja seljaaju vahakohal, ulatudes peapiirkonnas kaugemale ette. Seljakeelik koosneb siin suurtest tugevasti vakuoliseeritud rakkudest. Selle ümber leiame õhukese välimise elastsse membraani - seljakeeliku rakkude eritusprodukti. Nimetatud membraanist väljapoole jääb perihordaalse sidekoe kiht. See on ühenduses kesknärvisüsteemi ümbritseva sidekoega, müosepte moodustava sidekoega ja nahaaluse sidekoega. Sidekude mängib seega süstikkala toese moodustamisel väga suurt osa. Toesemoodustisi on ka väädikutes, selja- ning kõhuuimes ja lõpuspilude vaheseintes.

Süstikkala närvisüsteem on märgatavalt paremini arenenud kui ürgkeelikloomade ja mantelloomade oma, kuigi ta on veel väga primitiivse ehitusega. Kesknärvisüsteem kujutab endast torujat, sidekoest ümbritsetud vääti seljakeeliku kohal. Välimu-

selt on ta kogu ulatusel ühesuguse jämedusega, nii et eraldunud peaaju puudub. Neurotsöoli eesmine ots on laienenud ja seda laienenud osa võrreldakse kõrgemate vormide peaaju vatsakesega. Vatsakesepiirkonnast saab alguse kaks paari närve, mis kannavad "peaajunärvide" nimetust. Muust kesknärvisüsteemi osast algavad seljaajunärvid, iga kahe kehasegmendi kohta üks paar. Seljaajunärvid algavad selgmise ja kõhtmise juurega. Selgmise juur on ühtlane, kõhtmine jaotub paljudeks kinbukesteks. Selgmise ja kõhtmise juur ei liitu (nagu selgroogseil), milline nähtus on primitiivsuse tunnuseks. Kummagi poole närvid ei asetse sümmeetriliselt, vaid vaheldumisi, vastavalt müomeeride asetusele.

Meeleelundid on väga algelise ehitusega. Keha pinnal ja eriti väädikutel on rohkesti tundlikke meelerakke. Keha eesotsa selgmisel küljel, vasakul, leiame ripsmelise epiteeliga vooderdatud lohukese, Kõllikeri lohukese, mida peetakse haisteelundiks. Suuletri laes on samasuguse ehitusega Hatscheki lohuke ja seda peetakse maitsemiselundiks. Neurotsöoli seintes leiame kausjaid pigmendirakke, mis liibuvad vastu valgustundlikke rakke. Neid elundeid nimetatakse Hesse silmakesteks. Kuulmiselund (kuule) puudub. Meeleelundite nõrk areng süstikkalal on seoses vähelikuva eluviisiga.

Seedekulgla omapäraks on selle ripsmelisest epiteelist vooderdis. Suuletri põhjas leiame suuava, mis on rõngja kuruga - purjega ehk veelumiga - ääristatud. Suuava viib ruumikasse neelu (pharynx), mis küünib ligi keha keskpaigani. Neelu külgedes on rohkesti (üle 100 paari) viltuselt asetsevaid kitsaid lõpuspilusid. Need viivad peribranhiaalõõnde, mis avaneb aatriopoori kaudu välja. Peribranhiaalõõs tekib arenemisel hiljem ja seedekulgla lõpusepiirkond (neel) jääb selle sisse. Tänu ripsmelisele epiteelile liigub vesi läbi lõpuspilude peribranhiaalõõnde ja uhab seega lõpuspilude vaheseinu, milles kulgevad veresooned. Nii toimub siin hingamine ilma eriliste lõpusteta. Lõpuspilude vaheseinad on varustatud kepja jäiga

kitiinitaolisest aimest koosneva toesega. Piki neelu põhja kulgeb limasrakkudega ja ripsmelise epiteeli rakkudega vooderdatud nõgu - hüpobranhiaalvagu ehk endostüül. Neelu eesmises osas jaguneb endostüül kaheks haruks, mis ülespoole kaarduvad ja neelu selgmises osas rennitaoliseks epibranhiaalvaoks liituvad, mis kuni neelu lõpuni kulgeb. Tillukesed toidupalakesed kleepuvad endostüülil tombukesteks ja kanduvad tänu ripsmete tegevusele epibranhiaalvakku ning siit edasi sooltorru. Sooltoru on süstikkalal sirge ja peaaegu liigendamata. Sooltoru eesosa kõhtmiselt küljelt sopistub välja umbselt lõppev õõnes mahukas elund - maks. Sooltoru lõpeb pärakuga.

Süstikkala veri on värvitu. Vereringe - vastandiks ürgkeelikloomade ja mantelloomade omale - on kinnine, s.o. veri liigub kõikjal sooni mööda. Sida puudub.

Neelu all leiame pulseeriva kõhuaordi, mis kannab venooset verd pea poole. Lõpuspilude piirkonnas annab kõhuaort kumalegi poole lõpuspilude vaheseintesse toomalõpussooned, mis algavad ümardunud pulseeriva põiekesega - sibulikuga (bulbilus). Kõhuaordi pulseeriv osa ja toomalõpussoonte algusel asetsevad sibulikud asendavad funktsionaalselt südant. Lõpuspilude vaheseintes algavad viimalõpussooned, mis kannavad arteriaalse vere kahte paralleelsesesse, neelu selgmisel küljel kulgevasse seljajaordi juuresse. Nende eesmised otsad kannavad unearterite nimetust, tagapool nad aga liituvad seljajaordiks. Viimale asetseb seljakeeliku all ja kulgeb kuni keha tagaotsani, andes oma teekonnal ära harusid vastavatesse elunditesse.

Tagumise kehapoole kõhtmistest osadest koguneb venoosne veri sabaveeni (vena caudalis), mis eespool läheb üle sooleveeniks (vena subintestinalis). Sündudes ettepoole, siirdub sooleveen maksa, kus ta kapillaarideks hargneb ja seega maksa väratisüsteemi moodustab. Maksa kapillaarid liituvad maksaveeniks (vena hepática), mis eespool läheb üle kõhuaordiks. Keha eesosa venoosne veri koguneb kummalgi pool eesmisesse ehk kraniaalsesse kardinaalveeni. Keha tagaosa venoosne veri (niivõrd

kui see ei kogune saba- ja sooleveeni) valgub kummalgi pool tagumisesse ehk kaudaalsesse kardinaalvaeni. Neelust veidi tagapool liitub parem eesmine ja parem tagumine kardinaalveen paremaks Cuvier' juhaks (ductus Cuvieri) ja vasak eesmine ning vasak tagumine kardinaalveen vasakuks Cuvier' juhaks. Mõlemad Cuvier' juhad suubuvad neelust tagapool kõhuaorti.

Süstikkala kehaõõs (tsüloom) on suurel määral peribranhiaalõõne poolt välja tõrjutud. Neelupiirkonnas on tast säilinud vaid torujas ruum otse endostüüli all (endostülaartsüloom), paariline torujas õõs neelu lae kohal, neelu epibranhiaalvao külgedel (subhordaaltsüloom) ja õõs kummagi külghurru sees (metapleuraaltsüloom). Endostülaar- ja subhordaaltsüloom on lõpuspilude vaheseinte kaudu kulgevate kanalikeste varal ühenduses, tagapool neelu liituvad nad aga sooltoru ja maksa ümbritsevaks ruumiks.

Süstikkala erituselunditeks on nefriidid - lühikesed, segmentaalsed lookjad torukesed kummalgi pool neelupiirkonnas, peribranhiaalõõne ja subhordaaltsüloomi vahel kohal. Iga nefriid algab mitme ava - nefroostoomi - kaudu subhordaaltsüloomist ja avaneb üheainsa ava kaudu peribranhiaalõõnde. Kuna me peribranhiaalõõnt võime pidada välismiljööst eraldunud osaks, siis võime öelda, et nefriidid avanevad "vabasse loodusesse". Täpselt samasugused vahekorrad leiame teatavasti rõngusside metanefriididel. Samasus süstikkala nefriidide ja selgrootute metanefriidide vahel suureneb veel seetõttu, et süstikkala nefroostoomid on varustatud nõõpnõeljate leekrakudega (solenotsüütidega). Koljutud on ainukesed loomad keelikloomade rühmas, kel esinevad leekrakud. Nefriidide tasemel moodustavad lõpuspilude vaheseinte veresooned soonpäsuakese (glomerulus).

Gonaadid - umbes 26 paari - asetsevad segmentaalselt keha külgedel ja ulatuvad peribranhiaalõõnde. Sugujuhad puuduvad, valminud muna- ja seemnerakud murraavad endale tee läbi gonaadi seina ja satuvad peribranhiaalõõnde, kust nad vabasse loodusesse kanduvad. Viljastamine on seega väline.

Suurt huvi pakub süstikkala arenemine. See kulgeb sama-
laadselt kui selgroogsetegi oma, on aga viimasest lihtsam ja on
selle mõistmisel suure tähtsusega. Samaaegselt on siin võidud
täheledada mõningaid ühiseid jooni mantelloomade arenemisega.

Viljastatud munarakk teeb läbi täieliku (totaalse), pea-
aegu võrdjaguse (adekvaalse) lõigustuse ja nii tekib kerajas
põisloode (blastula). Selle vegetatiivse pooluse veidi suure-
mad rakud sopistuvad sisse ja nii kujuneb siin invaginatsioon-
i teel karikloode (gastrula). Põislooteõõs (blastotsööl) kaob,
selle asemele kujuneb kariklooteõõs (gastrotsööl) ehk ürgsoole-
õõs (arhenteron), mis jääb ürgsuu ehk blastopoori varal välis-
ilmaga ühendusesse. Karikloote sisemise rakukihi rakud on suu-
remad kui välimise rakukihi omad. Välimist rakukihti nimeta-
takse välimiseks looteleheks, ektodermiks ehk ektoblastiks.

Karikloode pikeneb, gastropoor muutub väiksemaks. Loote
sisemise kihi rakud korralduvad ümber. Ürgsoole külgmised sei-
nad eralduvad esmalt rennilaadse sopise, hiljem umbse toru ja
veelgi hiljem metameersete paariliste tsöloomikotikeste kujul.
Nimetatud osad koos kannavad vahelmise lootelehe, mesodermi
ehk mesoblasti nimetust. Ürgsoole selgmine osa (ürgsoole lagi)
pöörduv samuti rennilaadset kokku ja muutub silinderjaks vää-
diks - seljakeeliku sugemeks. Samal ajal eraldub ka ürgsoole
ventraalne osa avaraks torujaks moodustiseks - sisemiseks loo-
teleheks, entodermiks ehk entoblastiks. Temast kujuneb tuleva-
se sooltoru sisemine vooderdis.

Nii ekto-, meso- kui ka entodermirakud on põislootes ju-
ba olemas. Lootelehtede kujunemine tähendab vastava rakumater-
jali rändamist oma "õigele kohale".

Juba varem, kui seljakeelik kujunema hakkab, pakseneb te-
ma sugeme kohal (selgmiselt) ektoderm, muutudes pikutiseks när-
viplaadiks. Peagi tõusevad selle servad ülespoole ja pöördu-
vad kokku: när iplaat muutub närvitoruks. Viimane vajub ühtla-
si ektodermi alla, kujunedes hiljem närvisüsteemi osadeks. När-
vitoruõõs (neurotsööl) jääb esialgu tagapool ürgsooleõõnega

ühendusesse, eesmisest otsast avaneb aga neuropoori kaudu välja. Viimase kohale tekib hiljem haistelohuke.

Tsöloomikotikesed liigenduvad dorsaalseks ürgsegmentideks ehk somiidideks ja ventraalseks küljeplaadideks ehk splanhnotoomideks. Kummagi kehakülje splanhnotoomiõõned liituvad ühiseks ruumiks, millest hiljem kujuneb kehaõõs (tsöloom). Splanhnotoomide mediaalset seina nimetatakse selle vistseraalseteks (splanchnopleura), lateraalset - parietaalseteks (somato-pleura).

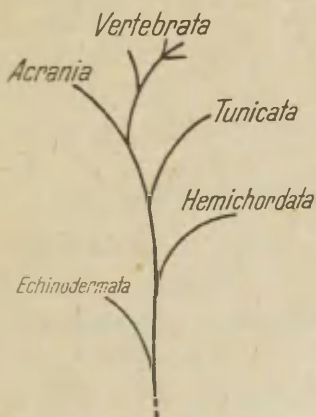
Somiidid eristuvad kolmeks osaks: dorsaalseks-mediaalseks müotoomiks , dorsaalseks-lateraalseks dermatoomiks ja ventraalseks sklerotoomiks. Sklerotoom annab embrüonaalse sidekoe ehk mesenhüümi, millest hiljem tekivad kõik tugikoelised elemendid; dermatoom laostub samuti embrüonaalse sidekoe elementideks, millest üks osa läheb sidekoelise osa ülesehitamiseks; müotoomid annavad kere lihaskonna (müomeerid).

Süstikkala vastne elab esialgu (pärast munakestadest väljumist) ülemistes veekihtides, ujudes seal ripsmete varal, millega ta keha on kaetud. Hiljem laskub põhja. Teeb läbi omapärase asümmeetria: vasaku külje lõpuspilud asetsevad esialgu kõhtmisel küljel, nihkuvad siis paremale küljele ja siit juba teiseselt vasakule küljele. Parema külje lõpuspilud tekivad koha peal. Tuletame meelde ka seda, et varasemal arenguastmel puudub vastsetel peribranchiaalõõs. See tekib hiljem ja nimelt sel teel, et kummalgi pool lõpuspilude kohal tekivad pikuti- sed kurrud, mis kasvavad allapoole, liituvad all kokku, välja arvatud tagumine osa, kuhu jääb atriopoor.

Koljutud on eeskätt troopiliste merede vormid. Kõige enam koljutud elutseb India ja Vaikses ookeanis. Mõned liigid on aga väga laia levikuga. Branchiostoma liigid näit. esinevad peale Musta ja Vahemere veel Atlandi ookeani idarannikul, Põhja-Ameerika läänerannikul ja Lõuna-Ameerika idarannikul, Lõuna-Aasia, Austraalia ja Uus-Meremaa rannikuil. Selline ulatuslik levik on tingitud rühma ajaloolisest vanusest.

Praegused koljutud jagunevad kahte sugukonda: Branchiostomatidae ja Amphioxidae. Esimesse sugukonda kuulub Branchiostoma ja Asymmetron'i perekond. Amfioksideidide sugukonda kuulub Amphioxides'e perekond. Viimane avastati käesoleva sajandi algusel ja ta on suurte meresügavuste elanik. Äratab tähelepanu oma asümmeetriaga - suuava vasakul küljel, lõpuspilud paaritud ja kõhtmisel küljel - ja peribranhiaalõõne puudumisega.

Koljutute tunnuste ja arenemise analüüs ei jäta kahtlust, et meil on siin tegemist tüüpiliste keelikloomadega, kuigi üldi-



selt kaunis algelistega. Osa tunnuseid - peribranhiaalõõs, endostüül, rohkearvulised lõpuspilud neelu seintes - lähendab neid madalamate keelikloomadega, osa tunnuseid - ripsnelised katted vastseas, kutiikula, ainukihiline epiteel, solenotsüüdid - seovad neid veelgi madalamate vormidega. Teisest küljest ositavad nad mitmeti sarnasust selgroogsetega: nende

ringesüsteem on väga sarnane selgroogsete omaga, nende närvisüsteem - välja arvatud peaju puudumine - meenutab suuresti selgroogsete oma, nende arenemine kulgeb sama tüübi kohaselt nagu selgroogsetegi oma jm. Koljutute eritunnusteks on: selja-keeliku kaugale etteulatumine, mitmete elundite hästi arenenud metameersus ja südame puudumine. Koljutud on seega erisünniliselt väljaarenenud vahelüliks selgroogsete ja madalamate loomade vahel.

Mis puutub koljutute põlvnemisesse, siis näivad nende lähimateks esivanemateks olevat bilateraalsümmeetrilised, vähesed lõpuspiludega, ilma peribranhiaalõõneta vabalt ujuvad vormid. Hiljem siirdusid koljutud põhjalisele eluviisile, omandasid

peribranhiaalõõne (lõpuspilude kaitseks) ja asümmeetria. Osa neist on sellise eluviisi (ja vastava ehituse) sailitanudki, osa on eluviisi muutnud ja niiviisi taas saavutanud sümmeetrilise ehituse.

Koljutute kaugemateks eellasteks näivad olevat vormid, kes on alguse andnud ka mantelloomadele. Koljutute kõige kaugemateks eellasteks võiks pidada vorme, kellest ka okasnahksed on alguse saanud ja kes sarnanesid okasnahksete arenguastmele, mis on tuntud Dipleurula nime all.

SELGROOGSETE ALAMHÕIMKOND (VERTEBRATA).

Selgroogsed ehk vertebraadid on kõige kõrgemini organiseeritud ja samal ajal kõige arvukamaks keelikloomade rühmaks.

Põhiliselt iseloomustab neid üleminek aktiivsele eluviisile - toidu aktiivsele otsimisele ja selle haaramisele, vaenlaste eest peitumisele, vastassugupoole ülesotsimisele jne. Seoses sellega on muutunud nende liikumis- ja toitumisviisid. Side väliskeskkonnaga on kujunenud tihedaks, reageerimise ulatus välistele ärritustele on suurenenud ja mitmekesistunud. Kooskõlliselt sellega on tõusnud ka selgroogsete ainevahetuse tase.

Kõik see avaldub vastavate elundite muutumises ja täiustumises ning uute elundite tekkes: 1) kesknärvisüsteemis eraldub peaaegu; 2) arenevad välja efektiivsed meeleeelundid; 3) tekivad jäsemed; 4) tekib selgroog ja kolju; 5) tekib süda; 6) tekivad uut tüüpi erituselundid (neerud).

Selgroogsete loomade elundite arengu tase ja talitlused on aga väga mitmekesised vastavalt üksikute rühmade ajaloolisele vanusele ja miljööteguritele.

Ometi on kõikide asjaomaste elundite ehituses ja talitlustes rida ühiseid jooni:

1. Selgroogsete loomade katete kaitseline osatähtsus on väga tugevasti tõusnud. Marrasnahk on ehitatud juba mitmekihilisest epiteelist. Pärisnahk (koorium) kujuneb enamasti paksuks ja tugevaks, temas tekib mitmesuguseid luulisi moodustisi (luusoomused, katteluud jne.). Pärisnahast eraldub alusnahk ehk subkuutis. See oma elastsusega kindlustab kõrgematel vormidel naha pealmiste osade liikuvuse (kaitse).

2. Põhjaliku ümberkujunemise seoses kesknärvisüsteemi ja liikumiselundite arenguga teevad läbi toeseelundid. Lisaks seljakeelikule ja sidekoele tekib selgroogseil uusi toessmaterjale - kõhrkudet ja luukudet ja kujuneb uusi toeseelundeid.

Seljakeelik püsib hästi arenenud kujul ainult madalamatel selgroogsetel ja hästi on ta arenenud ka kõikidel selgroogseil looteas. Kõrgematel vormidel tõrjutakse seljakeelik kõrvaie, esmalt kõhrelise, hiljem luulise selgroo poolt; talt säilivad vaid jäänused. Selgroog (columna vertebrālis) on siin uudeks ja niivõrd iseloomulikuks toeseosaks, et ta on andnud kogu alamhõimkonnale tema nimetusegi.

Selgroog tekib seljaaju ümber selle kaitseks ja kerelihas- te kinnituskohana. Kõrgemate selgroogsete selgroog koosneb selgroolülidest (vertebrae). Selgroolülide põhilisteks osadeks on keha (corpus) ja ülakaar ehk neuraalkaar (arcus neuralis). Keha ja ülakaare vahetkohaie jääb selgroolüli mulk (forāmen vertebrāle), kusjuures kõikide selgroolülide mulgud koos moodustavad selgrookanali (canālis vertebrālis). Ka on selgroolülii tavali- selt varustatud mitmesuguste jätketega (lihaste kinnituskohad).

Seoses peajaü kujunemisega ja selle tugeva arenguga tekib tema kaitseks ajukolju (neurocranium). Ka see on uudne moodus- tis, madalamatel vormidel kõhrkoest, kõrgematel kõhrkoest ja (peamiselt) luukoest (luudest). Ajukolju tekib kahe paarilise kõhrplaadi kujul, peajaüugemete all. Tagumised kõhrplaadii te- kivad seljakeeliku eesotsa külgedel ja neid nimetatakse para-

hordaalideks, eesmised kõhrplaadid - kolju trabeekulid - tekivad seljakeeliku ees. Parahordaalide ja trabeekulite laiaks kasvamise ja liitumise teel tekib ajukolju plaatjas põhimik peaaegu all. Samaaegselt tekivad seoses sisekõrva ja haisteelundi arenemisega nimetatud elundite kaitseks vastavad kõhrelised kihnud: kõrva- ja haistekihn. Need kihnud kummalgi pool asetsevad ajukolju põhimikust veidi kõrgemal ja jäävad peaaegu külgede ning osalt ka seile lae kaitseks. Hiljem nad liibuvad ajukolju põhimiku vastu või kasvavad sellega kokku.

Seedekulgla eesosa (neelu) piirkonnas tekivad lõpuspilude vaheseinte toeseana kõhrelised (või luulised) moodustised - vistseraalkaared, mis koos moodustavad vistseraaltoese ehk näokolju (splanchnocranium). Esimene vistseraalkaar muutub (eristub) lõuaaparaadiks (lõugade toeseks) ja kannab seetõttu lõua-kaare ehk mandibulaarkaare (arcus mandibularis) nimetust. Teine vistseraalkaar kujuneb kõrgematel vormidel "keeleaparaadi" osaks ja saab seetõttu keelekaare ehk hüoidkaare (arcus hyoideus) nimetuse. Tagumised vistseraalkaared jäävad lõpuspilude vaheseinte toeseks ja on tuntud lõpuskaarte ehk branchiaalkaarte (arcus branchialis) nime all.

Sisikondade kaitseks tekivad kaugelt enamikul selgroogseil roided (costae) ja (hiljem) rindluu (sternum). Toeseelundid tekivad ka jäsemetes. Selgroog, roided, rindluu ja kolju koos moodustavad talgtoese ja seda vastandatakse jäsemete toesele.

Selgroogsete arenemislugu näitab, et kõhrkoe "eellaseks" on eristumata sidekude. Luukoe eellaseks on kõhrkude ja sidekude. Oma tekkelt on luud seega kahe sugused: kõhretekkelised (hondrogeensed) luud ehk aseluud ja sidekoetekkelised (desmo-geensed) luud ehk katteluud. Aseluud säilitavad üldiselt sama kuju, nagu see oli kõhrel, millest nad tekkisid, katteluud seavastu mingi endise struktuuriga seotud ei ole ja nad muudavad toese senist ilmet.

3. Selgrooloomade linaskonda iseloomustab selle osatähtsuse tugev tõus ja järkjärguline eristumine. Vastavalt sellele on selgroogsed kõige liikuvamad ja väledamad keelikloomad.

Selgroogsete lihased jagunevad somaatilisteks ja vistseraalseteks. Somaatilised lihased tekivad loote kere, kaela ja osalt ka pea muotoomidest ja on vöötilhased. Nad kinnituvad kere ning jäsemete toeseosadele ja kannavad seetõttu ka kerelihas te nimetust. Vistseraalsed lihased tekivad loote mesodermi küljeplaatide osadest - vistseraalkaarte ja soolтору piirkonnas. Vistseraalkaarte piirkonnas tekkinud lihased on vöötilhased ja kannavad ka branhiaalsete lihaste nimetust.

4. Vastavalt lihastiku ja meeleeelundite tugevale arengule ning eristumisele on selgroogsetel ka närvisüsteem erakordselt tugevasti arenenud. Hästi arenenud närvisüsteemi vahendusel saabki kujuneda see erakordselt tihe kontakt organismi ja miljöö vahel, mis selgroogseid iseloomustab. Kõrgemal vormidel on närvisüsteem (peaaju) ühtlasi kõrgema närvitalitluse organiks.

Anatoomiliselt jaguneb selgroogsete närvisüsteem kesknärvisüsteemiks ja piirdenärvisüsteemiks (perifeerseks närvisüsteemiks). Kesknärvisüsteem eristub pea- ja seljaajuks. Niisugune eristumine on siin (koljututega võrreldes) uudseks nähtuseks ja on eeskätt tingitud peapiirkonnas tekkinud meeleeelundite võimsast arengust.

Histoloogiliselt on kesknärvisüsteem närvirakkude ja nende jätkete kogumik. Närvirakud koos oma jätkete proksimaalsete osadega moodustavad kesknärvisüsteemi hallolluse, närvirakkude kaugmised jätkeosad (närvikiud) - valgeolluse. Piirdenärvisüsteem koosneb närvidest ja ganglionidest. Närvid on närvirakkude jätkete (närvikiudude) kimbud, ganglionid - närvide teedel asetsevad närvirakkude vähemad kogumikud.

Närviimpulsside kulgemise suuna alusel jagunevad närvid efektoorseks ja retseptoorseteks. Efektoorsed ehk eferentsed närvid juhivad närviimpulssi kesknärvisüsteemist ja teatud

ganglionidest elundisse, kutsudes neis esile mingi tegevuse, mingi "efekti" (lihaste koonde, näärmete tegevuse jne.). Retseptoorseid ehk aferentsed (ehk sensiiblid) närvid "võtavad vastu" (retsipeerivad) elunditele mõjunud ärritusi ja viivad vastavad erutused kesknärvisüsteemi.

Talitlusilt jaguneb närvisüsteem (nii nagu lihaskondki) somaatiliseks ja vistseraalseks. Somaatiline närvisüsteem koordineerib kerelihaste (somaatiliste lihaste) tegevust ja nahameeleelundite ning kuulmis- ja nägemiselundite abil aitab reguleerida organismi ja väliskeskkonna suhteid. Vistseraalne närvisüsteem innerveerib vistseraalseid lihaseid, südamelihast, veresooni, seedekulglat, näärmeid, neere, suguelundeid ning võtab vastu ärritusi vegetatiivsetelt elunditelt, maitsemis- ja haisteelundilt, aidates seega samuti kaasa organismi ja väliskeskkonna suhtlemise kooskõlastamisele.

Vistseraalse närvisüsteemi eriliigi moodustab vegetatiivne närvisüsteem. Selle all mõistetakse närvisüsteemi osa, mis koordineerib sisikondade, ringeelundite ja näärmete tegevust. Vegetatiivne närvisüsteem töötab suurel määral autonoomselt ja tema perifeerses osas esineb alati efektoorseid ganglione.

Seljaaju (medulla spinalis) on kas paeljas või ümardunud väärtjas moodustis. Tema keskosas asetseb hallollus, piirdel - valgeollus.

Seljaajust väljuvad kummalegi poole seljaajunärvid, mille arv vastab esmaste lihassegmentide arvule: iga segmenti kohta tuleb üks paar seljaajunärve. Enamikul selgroogseil (kaladest alates) väljuvad seljaajunärvid seljaajust kahe juure, selgmise ja kõhtmise juure kujul, mis liituvad peagi ühiseks närviks. Kõrgemate selgroogsete loomade seljaajunärvide selgmise juur on retseptoorne ja alati varustatud retseptoorse (sensiibli) ganglioniga. Kõhtmine juur on efektoorne (motoorne).

Peaaju (encephalon) alge eristub oma arengul juba varakult eri suurusega ja eri talitlustega osadeks: ots-, vahe-, kesk-, taga- ja järelajuks.

Otsaju (telencephalon) on ürgselt haisteaju, vaheaju (diencephalon) närvitalitluste kõrgam koordinatsioonikeskus, keskaju (mesencephalon) nägemisaju, tagaaju (metencephalon) tasakaaluliigutuste koordineerimise keskus ja kuulmisaju, järeaju (myelencephalon) ehk piklikaju (medulla oblongata) - peamine vegetatiivsete talitluste reguleerija. Peaajuosade õõned kannavad vatsakeste nimetust.

Peaajust saavad alguse peaajunärvid, madalamatel vormidel (kuni reptiilideni) 10, kõrgematel 12 paari.

5. Selgroogsete primaarselt juhtivateks meeleelunditeks on haiste-, nägemis- ja tasakaaluelund. Hiljem seltsib nelle veel kuulmiselund.

Selgroogsete haisteelund, vaatamata oma suurele tähtsusele, eriti madalamatel vormidel, on lihtsa ehitusega, ta kujutab endast erilistes lohukestes või ninaõõnes asetsevaid haistepungi või haistepiteeli. Haistepungade (või haistepiteeli) meelerakud on kõrged ja oma vabal otsal peenikeste haistekarvakestega varustatud rakud. Et haisteastingu kvaliteete on lõpmata palju, siis tuleb järeldada, et haisteerutuste tekitajateks on haistitava aine lenduvad (või vees levinud) molekulid (molekulaarne aktiivsus).

Nägemiselundid, silmad, on selgroogseil ehitatud fotokamera pritsiibil ja on juba algusest peale (sõõrsuudest alates) võrdlemisi täiuslikult ja keerukalt ehitatud, välja arvatud juhud, mil nad on parasiitse eluviisi või alalises pimeduses viibimise tulemusel mandunud.

Silm koosneb silmamunast ja mitmesugustest abielunditest (laud, näärmed, lihased). Silmamunas võime omakorda eritleda silmamuna seina ja tuuma. Silmamuna sein koosneb kolmest kestast: välis-, vahe- ja sisekestast. Väliskest on silmamuna tooseks. Tema tagumine (suurem) osa kõvakest ehk skleera koosneb tihedast sidekoest või sidekoest ja kõhrest, tema eesmine osa, sarvkest ehk kornea koosneb samuti tugevast sidekcelisest materjalist, kuid on läbipaistev, klaasjas. Vahekesta peamise

osa moodustab soonkest (chorioidea). See sisaldab rohkesti veresooni ja on silmamuna toitjaks. Kõva- ja sarvkesta vahekoal pöörduv soonkest väliskestast sissepoole, ulatudes pliidirõngataolise värvilise kurru kujul silmamuna õõnesse. See osa vahekestast kannab yikerkesta ehk iirise nimetust ja ümbritseb silmaava ehk pupilli. Viker- ja soonkesta vahekoal paisub kõrgematel loomadel silmamuna vahekest ripskehaks (corpus ciliäre). See sisaldab lihaseid, mis mängivad suurt osa silma läätse kuju muutmisel (akkomodatsioonil). Silmamuna sisekesta välimine kiht on õhuke süsimusta värvusega, mistõttu teda nimetatakse pigmendipiigeks. Pigmendipiigest sissepoole jääb võrkkest ehk retiina. See esineb ainult soonkesta kohal ja on silma kõige spetsiifilisemaks ning tähtsamaks osaks: temas leiame silma meelerakud - kepikesed ja kolvikesed ja temast saab alguse nägemisnärv. Kepikeste abil pertsipeeritakse nõrka (hajusat) valgust, kolvikeste abil tugevat valgust ja värvusi.

Silmamuna õõnes vikerkesta kohal asetseb silma läätis. See on tugevasti valgust murdev ja läbipaistev keha, mis valgusekiired silmamuna tagaseinale (võrkkestale) koondab.

Selgroogsete silm tekib peamiselt peaaegu eesosa välisepisest. Seetõttu erineb ta täiel määral selgrootute samalaadsetest silmadest, mis tekivad ektodermi sissesopistumisel.

Tagakaaluelund on sisekõrvas. Viimane asetseb kõrvakihnuks ja kujutab endast õhukesesenaalset moodustist, mis ringvaol ülemiseks ovaalkotikeseks (utrículus) ja alumiseks ümarmarkotikeseks (sacculus) jaotub. Ovaalkotikese küljes on tavaliselt kolm poolringkanalit (lookkanalit), millest igaüks asetseb eri tasapinnas. Kogu sisekõrv on täidetud endolümfiga. Endolümfis on aga ühtlasi tillukesti lubjakonkretsioone ehk kuulmekivikesi (otooliite) ja suuremaidki süsihapu lubja kristallidest koosnevaid kivikesi. Ümmarkotikese seinal ja poolringkanalite algusosades leiame meelerakkude kogumikke, mis kannavad kuulmetäh-nide ja kuulmeharjade nimetust. Kui loom liigub või pead liigutab, siis liigub sisekõrv kaasa, endolümf (koos kuulmekivi-

kestega) aga (tänu inertsile) jääb sellest liikumisest esialgu maha ja niimoodi saavad nimetatud meelerakud erutatud: kesknärvisüsteemi signaliseeritakse looma liikumisest ja selle suunast - looma tasakaaluseisundist.

Ovaalkotikese alumiselt servalt ulatub kaladel välja sopis, mida nimetatakse lageenaks. Kõrgematel vormidel tekib lageena piirkonda kuulmiselund. Kaladel ta veel puudub.

Tasakaaluelund areneb ektodermi sopisena pea külgedel. Seadamööda, kuidas sopis sügavamale vajub, avardub selle süva osa kuulmepõieks, mis siis ovaal- ja ümmarkotikeseks eristub, pindmine osa aga aheneb endolümfikanaliks, mis kaotab ühenduse välist maailmaga.

Madalamatel (veelistel) selgroogseil mängivad ümbruskonnas orienteerumisel väga suurt osa ka küljejooneelundid ehk neuromastid. Need on kõrgete tugirakkude poolt ümbritsetud meelerakkude pungalaadsed kogumikud. Neuromastide meelerakud on omal vabal otsal varustatud karvakestega. Nendega retsipeeritakse vee liikumist ja suunda ning tugevust ja vee võnkeid. Neuromastid asetsevad erilistes ridamisi asetsevais lohukesis või looma nahas keha külgi mööda kulgevais kanaleis (kyljejoonekanaleis).

Selgroogsete maitsmiselundeliks on maitsmispungad: kõrgete käävjate tugirakkudega ümbritsetud meelerakkude kogumikud. Katsetes on näidanud, et selgroogsed võivad vahet teha nelja põhilise maitsesaistingu kvaliteedi - soolase, magusa, hapu ja kibeda vahel. Maitsmiserutus oleneb seega lahuste omadustest.

Kõige lihtsamateks meeleelunditeks selgroogseil on nahameeleelundid. Need kujutavad endast kas vabu närvilõpmeid või erilisi kompekehakesi. Vabad närvilõpmed on sensitiivsetes ganglionides olevate närvirakkude jätkete (dendriitide) otsad ja retsipeerivad valuärritusi. Kompekehakesed võtavad vastu puute, rõhu- ja temperatuuriärritusi.

6. Seedeelundid (seedekulgla) on lihtsamail juhtudel torujas sirgevõitu moodustis, mis pikutiselt läbib kehaõõne ja

on selle seintele kinnitatud esialgu selgmise ja kõhtmise kin-nise varal. Selgmine kinnis jääb püsima kogu eluajaks, kõhtmi-ne aga ainult osaliselt. Seedekulgla jagatakse ees-, kesk- ja tagasooleks.

Eessool algab suuavaga ja lõpeb suurte seedenäärmete, mak-sa ja kõhunäärme juhade suubumise läheduses. Enamasti eristub ta suuõõneks, neeluks, söögitoruks ja maoks. Suuõõne tähtsai-maks elundiks on hambad. Nagu hiljem näeme, on need esmaselt nahamoodustised. Praegustel selgroogsetel esinevad nad kõiki-des klassides, alates kõhrkaladest. Nende kujuline varieeruvus on väga suur, nende ülesanded väga mitmekesised, kuid nende histoloogilised osad on peaaegu kõikjal ühed ja samad. Hamba välimiseks ülemiseks osaks on hamba pinna suunas asetsevaist kiukestest koosnev email, hamba ja üldse organismi kõige kõvem ollus. Emaili alla jääb hamba peamine osa - dentiin. See on kõ-va luulaadne ollus, mis on ehitatud arvukatest hargnevate kana-likestega varustatud prismadest. Hamba alumiseks välimiseks osaks on luukude - tsement. Hamba sees leiame hambaõõne, mil-lesse ulatub hamba pulp, sidekoeline, veresooni ja närve kan-dev moodustis. Pulbi pinnale jäävad rakud, mille harud ulatu-vad dentiini sisse, moodustades selle kanalikesed.

Neelu abil toimub toidupalade neelamine, kuid see on, na-gu juba teame, ühtlasi ka hingamise teenistuses: veelistel (madalamatel) vormidel läbistavad teda lõpuspilud, maismaalis-tel vormidel algavad siit kopsudesse minevad hingeteed. Söögi-toru kaudu, tänu selle seinte peristaltikale, liigub toit mak-ku, kus algab toidu seedimine. Maonäärmed eritavad maomahla, mille fermentidest on kõige tähtsamaks valke seediv pepsiin.

Kesksoole algusossa suubuvad, nagu tähendatud, maksa ja pankrease juhad. Mõlemad organid kujutavad endast seedekulgla välissopisest näärmeteks kujunenud moodustisi. Pankrease fer-mendid lõhustavad süsivesikuid, valke ja rasvu. Maks eritab sappi, mis emulgeerib rasvasid ja aktiveerib teiste seedefe-mentide tegevust. Maksas tekib kusiiniku, siia talletatakse

glükogeeni ja siin tehakse kahjutuks mitmed ainevahetussaadused

Tagasooleks nimetatakse seda seedekulgla osa, mis algab ühe või kahe umbsoolega. Mitmetel selgroogsete rühmadel (näit. haikaladel, amfiibidel, lindudel) avanevad kuse- ja sugujud tagasoole lõppossa, mis niisugusel korral saab kloaagi nimetuse.

7. Veeliste selgrooloomade hingamiseldunditeks on tavaliselt lõpused. Need kujutavad endast tüüpilistel juhtudel lõpuspilude vaheseinte välissopiseid. Lõpuspilud ise tekivad neelu seinte paariliste taskulaadsete entodermaalsete väljapoolse kasvavate sopiste kujul, millele väljastpoolt samalaadsed ektodermaalsed sopised vastu kasvavad ja esimestega liituvad.

Maismaalised selgrooloomad hingavad kopsudega. Kopsud tekivad neelu kõhtmisel küljel viimastest lõpussoppidest tagapool paarilise välissopise kujul.

8. Ringeelundid jaotuvad selgroogseil vere- ja lümfiringelunditeks. Vere-ringeelundkond on kinnine ja veri pannakse liikuma südame abil. Viimane koosneb madalamatel võrmidel tavaliselt kolmest kambrist: kojast, vatsakesest ja arteriooskuhkust. Koda (atrium) ja vatsake (ventriculus) on südame peamised osad. Arteriooskuhk, vatsakesest eespool (peapool) on pikk kitsas südame "abiosa", millest veri tõugatakse kõhuarterioostüve. Südame koja selgmisele küljele jääb madalamal selgroogseil õhukeseseinaline ruum, millesse veenid kokku tulevad ja mis kannab venoosurke nimetust.

Süda asetseb neelupiirkonnas (või sellest tagapool), kehaõõne eesmises kõhtmises osas - perikardiõõnes. Et südant innerveerib vistseraalne närvisüsteem, siis ei allu ta tegevuslooma "tahtele". Seejuures on süda siiski suurel määral "iseisev": organismist väljalõigatult ja sobivasse toidulausesse asetatult töötab ta edasi.

Veresooni on kolme tüüpi: tuiksooned ehk arterid, tõmbsooned ehk veenid ja juussooned ehk kapillaarid. Arteriteks nimetatakse neid veresooni, mis verd südamest välja (hingamiseldundesse või kehha) viivad, veenid toovad verd südamesse,

kapillaarid on mikroskoopilised veresooned (kudedes), mis kudedesid hapnikuga ja toitainetega varustavad ja neist ainevahetussaadused veenidesse kannavad.

Selgroogsete veri koosneb plasmast ja vormilistest elementidest: erütro-, leuko- ja trombotsüütidest. Erütrotsüüdid ehk punalibled on tänu oma hemoglobiinisisaldusele hapniku ülekandjateks, mängides seega suurt osa hingamisel. Nad on kollakasrohelist värvust ja tingivad vere punase värvuse. Leukotsüüdid ehk valgelibled on amööboidelt liikuvad rakud, kujult ja siseehituselt mitmesugused. Nad teevad kahjutuks organismi sattunud võõrkehad ja mängivad seega suurt osa organismi kaitsel. Trombotsüüdid omavad tähtsust vere tarretumisel.

Vere vormilised elemendid tekivad selgrooloomade eri rühmades mitmesugustes elundites. Viimastest nimetaksime siin ainult põrna. Põrn (lien) talitleb vereloomeelundina nii looteas kui ka hiljem, välja arvatud imetajad loomad, kelle põrn pärast looma sündi jääb ainult lümfotsüütide tekkepaigaks.

Lümfi ringeelundkonna kõige olulisemateks osadeks on lümfi kapillaarid ja lümfisooned. Need puuduvad ainult sõõrsuudel ja kõhrkaladel. Lümf - olgu see siis värvitu, ainult lümfotsüüte sisaldav kudede rakkude vaheruumides tekkiv koemahl või rikkalikult rasvasid sisaldav piimjas sooltoru seintes tekkiv hüülus - koguneb lümfikapillaaridesse. Viimased koonduvad lümfisoonteks, mis lümfi veenidesse viivad. Lümfiringes kudedesse minevad teed seega puuduvad. Lümfisoonte laiendid kannavad lümfivurgete nimetust. Kehha sattunud võõrkehade "kinnipidavaid" ja lümfotsüüte tekitavaid kehakesi lümfisoonte teedel (imetajail loomadel) nimetatakse lümfisõlmedeks.

9. Selgroogsete erituselundeiks (mis on ühtlasi ka keha sisemiljöö reguleerijaiks) on neerud. Need on kõrgemate selgrootute metanefriididega ja keelikloomade erituselunditega võrreldes uut tüüpi moodustised. Nende struktuurseteks ja funktsionaalseteks üksusteks on tillukesed torujad moodustised - nefronid. Iga nefroni kanalike - neerukanalike - algab tavaliselt

keraja neerukehakesega e. Malpighi kehakesega. Viimane kujutab endast neerukanalikese umbse alguse kaarikalaadset kaheseinalist sisseopistist - päsmakesekihnu, millesse ulatub verkapillaaride päsmake, kusjuures päsmakesekihnu pilujas ruum läheb üle neerukanalikese valendikuks. Neerukehakeses toimub uriini tekkimise esimene faas (uriini filtreerumine), neerukanalikeses - teine faas (uriinist vee ja mõnede toitainete tagasiimendumine verre). Vastandiks selgrootute ja koljutute erituskanalikestele ei avane nefronid mitte otse vabasse loodusesse (kehapinnale), vaid (kuumalgi kehaküljel) erilisesse juhasse - neerujuhasse või kusejuhasse.

Selgroogsete neerud erinevad madalamate loomade eritusalundeist ka oma tekkelt: nad tekivad mitmes järgus, kusjuures need järgud asendavad üksteist. Varakult tekib nn. eelneer ehk pronefros. See koosneb vähestest metameersetest nefronitest, kusjuures viimased algavad neeru pinnal avatud lehtriga ehk nefrostooriga. Peagi mandub eelneer ja kaob (peale vähete erandite) ja sellest tagapool tekib kõrgematel selgroogsetel (roomajail, lindudel ja imetajail) keskneer ehk mesonefros. Ka selle nefronid on metameersed, kuid algavad juba neerukehakesega (nefrostooriga on kadunud), suubuvad olemasolevasse neerujuhasse, mis siit peale kannab ka Wolffi juha nimetust. Keskneer funktsioneerib looteeas. Hiljem ta kas muudab oma ülesannet või kaob ja tema asemele tekib järelnaar ehk metanefros. Selle nefronid on aga kaotanud oma metameersuse (neid tekib haruldaselt palju) ja nad suubuvad eri juhasse, mis on tekkinud Wolffi juha lõpposa sopisena ja kannab kusejuha (uréter) nimetust. Madalamail selgroogseil tekib eelneerust tagapool taganeer ehk opistonefros. See on osalt alles kaunis primitiivse ehitusega (nefrostoome võib püsima jääda), osalt kannab aga juba metanefrose tunnuseid (näit. tekivad kusejuhad). Eristub enamasti kaheks osaks, kusjuures eesmine osa vastab kõrgemate selgroogsete mesonefrosole, tagumine - metanefrosole.

10. Selgroogsete suguelundite põhilisteks osadeks on sugunäärmed ehk gonaadid: seemnesarjad ehk raiad (isasloomadel) või munasarjad (emasloomadel). Vastandiks koljutuile on selgroogseil ainult üks paar gonaade.

Valminud munarakud langevad munasarjast tavaliselt kehaõnde, kust nad munajuhade ehk oviduktide kaudu välja kanduvad. Seemnerakud väljastatakse seemnejuhade kaudu.

Munajuha (kummalgi pool) tekib loote Mülleri juhast. See on juha, mis moodustub Wolffi juha kõrval, sellega paralleelselt. Mülleri juha tekib ka isasloomadel, kuid siin kaob ta hiljem ära peale väheste jäänuste. Seemnejuha tekib kõrgemal selgroogseil Wolffi juhast. Madalamatel vormidel aga, kus kusejuha ei teki, kujuneb Wolffi juha nii uriini kui ka seemnerakude ühiseks viimateeks..

Wolffi juhasse satuvad seemnerakud mesonefroose või opistonefroose eesosa kaudu, millised moodustised astuvad raiaga ühendusesse ja seega suguelundkonna teenistusesse.

11. Selgroogseil on rohkesti sisesekretsiooninäärmeid. Need on näärmed, millel viimaskäigud puuduvad. Nad toodavad nōresid-hormoone, mis kehas vere kaudu laiali kanduvad ja üksikute elundite või elundkondade tegevust reguleerivad ning juhivad. Sisesekretsiooninäärmete tegevus on seega suuresti sarnane vegetatiivse närvisüsteemi omaga.

Tähtsamateks sisesekretsiooninäärmeteks on kilpnääre, hüpofüüs ja neerupealis.

12. Selgroogsete embrüonaalsest arengust. Selgroogsete valminud munarakk on tavaliselt kaetud mitmesuguste kestadega (kaitse). Primaarne munakest kannab rebukesta nimetust ja selle eritab munarakk ise oma pinnale. Sekundaarse kesta eritavad munaraku pinnale (rebukesta peale) munagarja rakud. Tertsiaarne kest (või tertsiaarsed kestad) eritatakse munaraku pinnale munajuha seinte näärmete poolt. Tertsiaarseteks kestadeks on näit. kahapaiksete loomade munarakkude sültjas välimine kest, roomajate ja lindude munarakkude nahkkestad ning lubikest jne.

Valminud munarakk koos munakestadega kannab muna (ovum) nime-
tust.

Rebu (toitaine) rohkus selgroogsete munarakkudes on väga erinev eri rühmades. Vastavalt sellele tehakse vahet rebuvaes-
te ehk oligoletsitaalsete ja reburikaste ehk polületsitaalsete munarakkude vahel. Oligoletsitaalseteks munarakkudeks on näit. sõõrsuude, kahepaiksete ja imetajate munarakud, polületsitaalseteks - haikalade, roomajate ja lindude munarakud.

Rebu rohkus munarakus osutab väga suurt mõju munaraku emb-
rüonaalsele arengule. Oligoletsitaalset munarakud lõigustuvad täielikult (totaalselt), olgugi et lõigustumine on tavaliselt mittetäielik (inekvaalne). Lõigustumisel tekib kerajas blastula ümardunud blastotsöölga. Polületsitaalset munarakud lõigustu-
vad osaliselt (partsiaalselt): lõigustub ainult protoplasma mu-
naraku nn. animaalsel poolusel, enamik munarakust (rebu) jääb lõigustumata. Niisuguse lõigustumise tulemusel tekib siin ket-
talaadne loote alge - looteketas, mille alla jääb pilujas blas-
totsööl, ja sellist lõigustumist nimetatakse kettaliseks (dis-
koidaalseks) lõigustumiseks.

Oligoletsitaalsetest munarakkudest arenenud lootel jääb rebumass loote sisse ja selle olemasolu avaldub vaid loote kõht-
mise osa väljakumerdumises. Polületsitaalsetest munarakkudest tekkinud lootel eraldub loote keha pikkamisi lootekettast ja loode jääb tugeva soonestise varal rebukotist eraldatuks.

Oligoletsitaalsete munarakkude rebust ei jätku loote aren-
guks ja munast koorub seetõttu vastne - "esialgne" oles, kes end ise toita suudab. Erandiks on imetajad, kelle loode toitub emalooma arvel. Polületsitaalsetest munarakkudest areneb pikka-
misi noor loom, kes on vana looma sarnane.

13. Selgroogsete fülogeneetilisest arengust ja jaotusest klassideks. Mitte alati ei ole selgroogsed loomad olnud selli-
sed ja esinenud sellises vormikülluses ning rohkuses nagu täna-
päeval: selgroogsed on läbi teinud pika fülogeneetilise arengu.

Paleontoloogilised uurimused on näidanud, et esimesed

selgroogsed ilmusid eluareenile juba väga kauges minevikus - paleosoikumis, ordoviitsiumiajastul, umbes 450 miljoni aasta eest. Selle ajastu lademetest on leitud kalalaadsete oleste katete (rüü) kivistunud plaate. Siluri ja devoni ladestutest on leitud nende oleste hästi säilinud kivistisi, mis võimaldavad kujutlust saada nende ehitusest. Kõnesolevad olesed olid tugeva luulistest kilpidest rüüga kaetud, nad olid lõugadeta ja enamasti paariliste jäsemeteta (uimedeta), nad elasid mageveekogudes ja olid aeglased põhjaloomad. Need loomad - kilpkalad ehk ostrakodermid - surid devoni lõpuks välja, aga nende järglased elavad sõrsuude kujul ka veel tänapäeval edasi.

Siluri lõpul ilmuvad lõugadega kalad. Esimesed lõugadega kalad olid samuti tugeva luulise rüüga kaetud ja neid tuntakse rüükalade ehk plakodermide nime all. Võrdlemisi varakult eralduvad neist mitmed kalarühmad, kes aga hiljem välja surevad. Ühe niisuguse rühma järglasi tuntakse tänapäeval kõhrkalade nime all.

Devonis ilmuvad luukalad - luulise sisetoesega kalad, kelle luulised toeseosad on säilinud ja edaspidisel arengul isegi progressiivselt edasi arenenud. Paralleelselt "tavalistele" luukaladega (või isegi varem) ilmuvad aga ka niisugused luukalad, kellel oli mitmeid kahepaiksetele omaseid tunnuseid (näit. kopsusid). Need kalad olid hoanidega (vt. allpool!) varustatud, mistõttu nad on tuntud hoankalade nime all. Arvestades hoankalade suurt omapära, nende sarnasust kahepaiksetega, tuleb neid vaadelda kui iseseisvat kalade klassi. Hoankalad on välja surnud peale väheste liikide (vt. allpool!).

Hoankaladest võrsuvad devoni lõpul esimesed maismaalised selgroogsed - kahepaiksed. Ürgsed kahepaiksed omakorda annavad kivisõeajastul roomajad. Viimased arenevad kiiresti mitmes suunas ja mesosoikumis moodustavad nad kõige arvukama ja kõige suuremate mõõtmetega selgroogsete rühma. Enamik neist suri mesosoikumi lõpul välja, üksikud rühmad aga säilisid kuni tänapäevani.

Algelistest roomajatest kasvab permis välja progressiivne roomajate rühm - loomalaadsed roomajad, praeguste imetajate eellased. Ühest roomajate rühmast - katishambulistest - algasid triiases oma arenguteed linnud.

Nagu sellest lühikesest ülevaatest nähtub, on selgroogsete loomade arengutee olnud pikk ja keerukas. Rohkesti mitmesuguseid rühmi on tekkinud, rohkesti neist on välja surnud. Tänapäevani on neist rühmadest (klassidest) säilinud järgmised:

1. Sõõrsuud (Cyclostomata).
2. Kõhrkalad (Chondrichthyes).
3. Luukalad (Osteichthyes).
4. Hoaankalad (Choanichthyes).
5. Kahepaiksed (Amphibia).
6. Roomajad (Reptilia).
7. Linnud (Aves).
8. Imetajad (Mammalia).

Sõõrsuud koos oma eellastega, ostrakodermidega on tuntud lõuatute ehk agnaatide (Agnatha) nime all, kõik teised selgroogsed koondatakse lõugsuuste ehk gnatostoomide (Gnathostomata) rühma. Sõõrsuude, kõhrkalade, luukalade, hoaankalade ja kahepaiksete klass ühendatakse sageli anamniootide (Anamnia) rühmaks; roomajad, linnud ja imetajad - amniootide (Amniota) rühmaks. Viimane rühmitumine on tingitud sellest, et anamniootide lootel oma arengul mingisuguseid kaitsekestasid peale munakestade ei ole, amniootide looted aga on varustatud mitme lootekestaga, millest vesikest ehk amnion on üks iseloomulikumaid. Sõõrsuud, kõhrkalad, luukalad, hoaankalad ja kahepaiksed koos on tuntud ka ihthüopsiidide, roomajad ja linnud - sauropsiidide nime all.

SÖÖRSJUDE KLASS (CYCLOSTOMATA).

1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine.

Söörsjuude klassi kuuluvad silmud ja pihklased. Need on mahuja kehaga, mõnevõrra kalu meenutavad veeloomad. Elavad veekogude põhjas poolparasiitset elu: imevad teiste loomade (peamiselt kalade) verd ja koemahlu, samuti toituvad nad surnud kaladest. Pihklased on märksa parasiitsemad kui silmud.

Varematel aegadel arvati söörsjuud "kalade" klassi. Ometi erinevad nad viimastest rea oluliste tunnuste poolest, mistõttu nad juba ammu eraldati iseseisvaks loomaklassiks:

1. Söörsjuudel puuduvad lõuad, suuava asetseb mahuka suulehtri põhjas.

2. Neil puuduvad paarilised uimed (jäsemed).

3. Neil puuduvad tõelised (luulised) hambad; nende suulehtri seintel ja keelel leiame ainult sarvhambaid.

4. Neil puudub paariline ninaava ja paariline ninaõõs (ninaavasid ja ninaõõsi on üksainus).

5. Söörsjuude nahas puuduvad soomused.

6. Söörsjuude hingamine toimub lõpuskottides asetsevate entodermist tekkinud lõpuste kaudu.

Nimetatud tunnused näitavad ühtlasi, et söörsjuud on algelisema organisatsiooniga kui kalad.

Fossiilseid söörsjuude ei tunta. See on ka arusaadav: söörsjuudel puuduvad luulised moodustised, mis oleksid võinud säilida. Küll on aga siluri ja devoni kihtidest, nagu juba teame, leitud omapäraseid "kalu", kelle pea ja kere eesmine osa olid kaetud luulistest kilpidest rüüga - kilpkalu ehk ostrakoderme. Niisugusteks "kaladeks" olid näit. Cephalaspis, Pteraspis jne. Ostrakoderme esines ka Eesti NSV aladel. Vaatamata sellele, et nad oma kehakujult ja katetelt söörsjuudest tugevasti erinevad, oli neil viimastega siiski rida ühiseid tunnuseid: 1) neil puudusid lõuad, 2) neil oli üksainuke ninaava, 3) neil oli kiirusilm (vt. allpool), 4) nende sisekõrvas oli kõigest 2 poolringa

kanalit, paljudel neist puudusid paarilised uimed jne. Seega tuleb kilpkalu pidada sõõrsuude lähedasteks sugulasteks, kelle- ga nad koos võrsusid ühistest eellastest.

Kuigi kilpkalad olid kaetud rüüga, surid nad devonis välja. Varematal aegadel oli rüü kilpkaladele olulusvõitluses vajalik, sest samades veekogudes elas rohkesti suuri õgilaid veeskorpione eurüpterusi, kes neile ja vähematele kaladele jahti pidasid. Hiljem aga, kui luukalad arenesid, osutus rüü kilpkaladele isegi "tülineks": nad ei suutnud kaladega liikumise kiiruses võistelda. Alles jäid vaid väikesed "vaiksed" põhjavorimid sõõrsuud, kes kujunesid kalade parasiitideks.

2. Välistunnused ja katted.

Sõõrsuude organisatsiooni ja elutegevuse tundmaõppimisel lähtuksime eeskätt silmudest.

Piki keha kulgeb silmuldel kaks pehmet seljauime. Pihkasil seljauimed puuduvad. Saba ümbritseb sabauim. Viimane on seljakeeliku poolt esmaliselt kaheks võrdseks pooleks jaotatud, milline sabauim kannab prototserkse sabauime nimetust.

Keha eesotsas, kõhtmiselt, asetseb silmuldel suulehter, mille servad on nahksete narmastega varustatud. Suulehtri seintel leiame mitmesuguseid sarvhambaid. Sarvhammastega on ka suulehtri põhjas asetsev keel varustatud. Pea külgedel täheldame silmi, mis on laugudeta, poolläbipaistva nahaga kaetud. Pihklaste silmad on, vastavalt nende eluviisile, väga väikesed, mandunud. Silmade vahekohal, selgmiselt, asetseb paaritu ninaava. Otse selle taga leiame ümardunud poolläbipaistva nahaosas, mille all asetseb sõõrsuudele omapärane kiirusilm. Silmadest tagapool, pea külgedel, täheldame kummalgi pool 7 ümmargust välimist lõpusava. Kere ja saba vahekohal, tagumise seljauime eesosa tasemel, leiame kõhtmisel küljel väikese pilu, mille põhjast ulatub välja kusegunibu. Sellest eespool on pärak.

Sõõrsuude nahk on pehme ja sile, ilma soomusteta. Marrask-nahas on väga palju mitmesuguseid ainurakseid limanäärmeid, mistõttu keha pind on alati paksult kaetud limaga ja libe. Lima on kehale (nahale) kaitseks ja lima kujul eritatakse sin osalt

ka ainevahetussaadusi.

3. Toese-elundid ja lihased.

Sõõrsuude seljakeelik on hästi arenenud ja seda ümbritseb paks ning tugev sidekoeline ümbriis. Sidekude ümbritseb ka seljakeeliku kohal kulgevast seljaaju. Seljakeelikut ümbritsevas sidekoes, seljaaju külgedel leiame silmudel kummalgi pool rea tillukesi kõhrekepikesi, kaks tükki iga kehasegmendi kohta. Need on selgroolülide sugemed ja vastavad kõrgemate selgroogsete selgroolülide ülakaartele. Ülakaar on selgroolüli fülogeneetilisel arengul seega tema kõige varasemaks osaks. Täisväärtuslikud selgroolülid sõõrsuudel veel puuduvad ja sõõrsuid võib seotõttu ainult "viisakuse pärast" selgroogseteks pidada.

. Kolju toos koosneb kolmest osast: ajukoljust, näkoljust ja suulehtri toesest. Ajukolju põhjas leiame paaritu kõhrelise alusplaadi. Ajukolju küljed on samuti kõhrkoest. Ajukolju lagi aga (peale kitsa sillakese) on sidekoeline. Kuklapiirkond puudub hoopis. Alusplaadi tagaosale liibuvad (kuid ei kasva sellega kokku) kuulmekihnud, alusplaadi eesosa kohal leiame paaritu haistekihnu. Sõõrsuude ajukolju meenutab seega kõrgemate selgroogsete looteaalset ajukoljut ja püsib eluaeg sellisel algelisel tasemel.

Sõõrsuude näkolju jaguneb lõpusetoeks ja suulehtritoe- seks. Silmude lõpusetoes koosneb 7 kõhrelisest lõpuskaarest, mis on isekeelsid pikutiste kõhreliste väätide varal ühenduses ja moodustavad lõpuskorvi. Lõpuskorvi tagaosas lõpeb südameümbrisekõhrega. Pindlasil on lõpuskorv mandunud.

Suulehtritoes koosneb reast kõhredest, mis toetavad suulehtri seinu ülalt ja külgedelt, ning kõhredest, mis toetavad keelt. Suulehtritoe esineb ainult sõõrsuudel (vastavalt nende eluviisile ja lõugade puudumisele).

Sõõrsuude somaatilised lihased koosnevad külgmistest lihasväätidest, mis on sidekoeliste müoseptide varal jaotatud müomeerideks, kusjuures viimased asetsevad viltuselt (sarnasus

süstikkala lihastikuga). Lõpuskorvi-, keele- ja suulehtri piirkonnas leiame vistseraalsed lihased, kusjuures suulehtri ja keele lihased (imilihased) on kõige paremini arenenud (kohastumine parasitisele eluviisile).

4. Närvisüsteem ja meeleelundid.

Seljaaju on lamendunud paeljas moodustis seljakeeliku kohal. Seljaajunärvid väljuvad selgmise ja kõhtmise juure kujul, kusjuures need juured vahelduvad (ei ole kohakuti) ega liitu isekeskis seganärviks (nagu see on kõrgematel selgroogsetel), vaid siirduvad keha piirdele ning elundeisse iseseisvate närvide kujul (sarnasus koljututega). Kõhtmised juured on eferentsed (motoorsed), selgmised sisaldavad nii eferentseid kui ka aferentseid närvikiude.

Peaaju osad - eestpoolt tahapoole - asetsevad enam-vähem ühel ja samal tasapinnal üksteise taga. Otsaju on välimiselt jaotatud kaheks väikeseks "poolkeraks", kuid tema õõs on alles paaritu ja tema laepiirkonnas puuduvad närvirakud. Otsaju eesmised osad on kujunenud suhteliselt kaunis suurteks haistesagareteks. Vaheaaju kõhtmisel küljel leiame lehtri (infundibulum) ja selle otsas (allpool) hüpofüüsi. Vaheaaju külgmikud on paksenenud nn. taalamuseks. Vaheaaju selgmises osas äratab kõigepealt tähelepanu kahest ebavõrdsest sagarast koosnev ratsmeganglion (ganglion habenuläre). Selle ees asetseb võrdlemisi pikk ripikulaadne epifüüs, pineaaal elund ehk kiirusilm, ja viimase all väiksem jätke - parapineaaal elund. Mõlemad nimetatud elundid on valgusetundlikud, kusjuures epifüüs on ühtlasi, nagu juba teame, sisesekreetsiooninäärmeks. Epifüüs on ühenduses ratsmeganglioni parema (suurema), parapineaaal elund - vasaku (väiksema) sagaraga.

Keskaju paisub selgmises külgmises osas kummalegi poole välja, millised väljed kannavad nägemissagarate (lobus opticus) nimetust. Siia lõpevad nägemisnärvikiud ja siit algavad silmaliigutajate lihaste motoorsed närvid. Keskaju vatsake on

sõõrsuudel mahukas ja pealt ainult õhukese killega kaetud, mil-
line nähtus on ainulaadne selgroogsete juures.

Sõõrsuude tagaaju on vastavalt nende vähesele liikuvusele
väga nõrgalt arenenud. Järelaju ehk piklikaju seevastu on oma
kõhtmises osas hästi arenenud. Taga- ja järelaju kõhtmisest
osast algab enamik (V-X) peaajunärve.

Sümpaatilise närvisüsteemi perifeersed osad esinevad gang-
lionidena (ja nendest väljuvate närvidena) piki suuri selgmisi
veresooni.

Meeleelundeist on sõõrsuudel kõige paremini arenenud hais-
tealund. See on siin paaritu. Et aga haistesagar on paariline,
siis tuleb oletada, et sõõrsuude kaugetel eellastel oli ka hais-
tealund paariline. Ninaava viib peaju ees haistekihnus asetse-
vasse haistekotti. Haistekoti seintel leiame väga palju meri-
dionaalseid lima kesta kurrukesi, mille pinnas on rohkesti hais-
terakke. Haistekoti põhjast algab omapärane kotjas elund - hü-
pofüüsikott, mis suundub tahapoolle vaheaju alla ja lõpeb seal
silmuldel ja suttidel umbselt, pihklasil aga avaneb neelu.

Sõõrsuude sisekõrv kujutab endast kotikest, mis pihklasil
on jaotamata ja ühe poolringkanaliga, silmuldel aga osalt juba
kaheks jaotatud ja kahe poolringkanaliga. Nimetatud kotike koos
poolringkanalitega on tasakaaluelundiks. Viimane on siin alles
väga algeliselt ehitatud, vastavalt looma aeglasele liikumis-
viisile veekogude põhja mööda.

Pea külgedel on mitu rida madalaid tillukesti lohukesti. Nii-
suguste lohukeste rida ulatub peapiirkonnast (lõpusavadest all-
pool) ka kere külgedele, moodustades siin küljejoone. Iga loh-
kese põhjas leiame (mikroskoopilisel vaatlemisel) küljejoone-
elundi. Et tasakaaluelundi sisepinnal leiame samasuguse ehitu-
sega meelerakkude kogumikke, nagu seda on küljejooneelund, ja
et tasakaaluelund on tekkinud loote ektodermi sissesopistumi-
sel, siis tuleb arvata, et tasakaaluelundi meelerakkude kogumi-
kud on muundunud küljejooneelundid.

5. Seede- ja hingamiselundid.

Seedekulgla algab suulehtri põhjast suuava kujul. Keel töötab rasplina ja pumbakolvina imemisel. Suuõõs läheb üle neeluks, mille põhjast algab silmudel ja suttidel kaks toru: ülemine kitsam söögitoru (oesophagus) ja alumine laiem ning umbeselt lõppev veejuha. Söögitoru suundub tahapoole ja, südamest möödunud, läheb üle enam-vähem sirgeks sooltoruks, olles sellest klapi varal eraldatud. Sooltoru eesmine ja lõpmine osa paisuvad veidi jämedamaks. Sooltoru limaskest moodustab rohkesti pikutisi kurde, millest üks on teistest mitu korda suurem (kõrgem ja laiem) ning, kulgedes spiraalselt, kannab keeritskurru (valvula spiralis) nimetust. Sooltoru kurrud aitavad sooltoru sisepinda suurendada ja ta töövõimet tõsta. Sooltoru eesmise osa all leiame selle alumise seina väljasopistuse teel tekkinud maksa (hepar). Täiskasvanud sõõrsuude maks on oma ühenduse sooltoruga kaotanud ja funktsioneerib sisesekreetsiooninäärmena ning rasva kogujana. Põrn puudub.

Veejuha külgedel on silmudel kummalgi pool 7 sisemist lõpusava. Need viivad lõpuskottidesse - läätselaadsetesse ruumidesse, mille sisemisel pinnal on rohkesti õrnu veresoontestikaid meridionaalselt asetsevaid lõpusliistakuid, mis koos moodustavad lõpuse. Lõpuskottide vooderdis ja lõpusliistakud on siin entodermaalse päritoluga. Lõpuskottide vahetkohaale jääb lõpuskaar. Hingamine toimub lõpuskorvi ahenemise ja laienemise teel, kusjuures vesi liigub välimistest lõpusavadest lõpuskottidesse, siit veejuhasse ja tagasi.

Pihklasil veejuha puudub: sisemised lõpusavad asetsevad siin neelu külgmistes seintes ja viivad siit lõpuskottidesse. Omades hüpofüüsikoti kujul otseühenduse ninaõõne ja neelu vahel, imenud end saagile kinni, tõmbavad pihklased ninaava kaudu vett neelu ja suruvad selle lõpuskottide kaudu välja.

6. Ringeelundid ja vereringe.

Sida asetseb perikardiõõnes (südamepaunaõõnes), kehaõõnest eraldunud ruumis, mis, nagu juba teame, tagantpoolt on ümbritsetud südameümbrise-kõhrega. Sida koosneb kojast ja vatsakesest, kusjuures need asetsevad peaaegu kõrvuti. Südamest voolab läbi ainult venoosne veri.

Südame vatsakesest algab kõhuaort. Lõpusavade tasemel annab see kummalgi pool ära 8 tooma-lõpusarterit (arteriae branchiales afferentes), mis siirduvad lõpuskottide vaheseintesse ja hargnevad siin lõpusliistakutes kapillaarideks. Arteriaalne veri liigub siit kummalgi pool 8 viima-lõpusarteri (arteriae branchiales efferentes) kaudu seljaaorti. Arteriaalse vere edasine liikumine toimub nii nagu süstikkalalgi.

Venoosne veri koguneb venoosurkesse. Pea poolt suubub sile paaritu alumine kägiveen ja paariline eesmine kardinaalveen. Keha tagaosas ja keha külgosades veri tuleb venoosurkesse paarilise tagumise kardinaalveeni kaudu. Viimased algavad sabaveenist. Seedekulgla piirkonna veri koguneb sooleveeni (vena subintestinalis) ja siirdub siit maksa värativeeni (vena portae hepatis) kaudu maksa, kust ta maksaveeni kaudu venoosurkesse tuleb. Cuvier' juhad sõõrsuudel ei ole selgesti eraldunud.

7. Eritus- ja suguelundid.

Erituselunditeks on sõõrsuudel pikad külgedelt litsutud paeljad neerud. Ülemise servaga kinnituvad nad kehaõõne selgmisele seinale, alumine serv on vaba ja seda mööda kulgeb neerujuha. Neerujuhad suubuvad urogenitaalurkesse (kusesuguurkesse), mis kusesuguniibu ehk urogenitaalpapilli kaudu avaneb keha välispinnale, pärast tagapool.

Arenemislooliselt on sõõrsuude neerud taganeerud või (mõnedel pihklasil) isegi eelneerud. Eelneerud funktsioneerivad kaua ja nende nefronite nefrostoomid algavad perikardiõõnes. Neerujuhad (Wolffi juhad) talitlevad ainult kusejuhana.

Silmud on lahsugulised (gonohoristid). Nende sugunäärmed

(gonaadid) on suured ja paaritud. Seemne- ja munarakud eritakse ühel ja samal viisil: valminud seemne- ja munarakud langevad läbi gonaadi katkeva seina kehaõõnde, kust nad paarilise suguurve (porus genitális) kaudu urogenitaalurkesse ja siit vabasse loodusesse satuvad. Viljastumine on seega väline.

Ka pihklased on lahksugulised, kuid nende gonaadi diferentseerumine toimub väga hilja.

Silmude munarakud (munad) on väikesed ja neid on rohkesti (meresütil näiteks umbes 200 000 muna). Arenemine toimub moonde teel. Vastne, liivasonglane, erineb täiskasvanust rea tunnuste poolest: uimed on eristamata (piki selga ja ümber saba kulgeb ühine pikk uim), veejuha puudub, neelu põhjas leiame endostüüli (mis hiljem muutub kilpnäärmeaks), silmad on mandunud ja naha all peidus, hambad puuduvad, maks on torujas. Elab jõgedes liivasse peitunud ja vajab täiskasvamiseks mitu aastat. Varem peeti liivasonglast iseseisvaks loomaliigiks (Ammo-coetes'eks).

Pihklaste munarakud (munad) on suured, reburikkad, neid on vähe ja arenemine toimub moondata.

8. Süstemaatiline ülevaade.

Retsentsed sõõrsuud jagunevad kaheks seltsiks: pihklaselised ja silmulised.

Pihklaseliste selts (Myxiniformes).

Pihklaselised (müksinoidid) on täiel määral mariinsed vormid ja kalade ektoparasiidid. Puurivad end toitumisel sügavale kala kehha. Tungivad eriti haigete või püünisesse sattunud kalade kallale, aga ei põlga ka surnud kala.

Vastavalt parasiitsele eluviisile on pihklaselised mitmeti regressiivselt muutunud: nende silmad on mandunud (nahaga kaetud, ilma läätseta ja lihasteta), seljauim puudub või on mandunud, lõpuskorv on märgatavalt redutseerunud.

Ka oma üldiselt organisatsioonilt on pihklaselised mada-

lamal arenguastmel kui silmulised: nende sisekõrvas on ainult üks poolringkanal. nende sisemised lõpusavad on otse neelu külgedes, nende lõpuskottide arv on võrdlemisi suur (kuni 14 paari):

Teisest küljest on nad omandanud mitmed kohastumused parasitisele eluviisile: suulehtri ümber on 4 paari poiseid (kompimiseliundid), keel on väga tugevasti arenenud ja mängib puuri osa, välimised lõpusavad avanevad mõnedel mitte keha pinnale, vaid lõpusjuhadesse, mis avanevad kummalgi pool ühiselt tagapool, nii et loomal on võimalik hingata ka siis, kui ta eesmine ots "istub" sügavalt oma ohvri sees.

Progressiivseks tunnuseks pihklaselistel võiks pidada hüpopfüüsikoti avanemist neelu, mistõttu neid on nimetatud ka "avalaelisteks". See võimaldab hingamist läbi ninaõõne, milline nähtus on tüüpiline kõrgematele, eeskätt maismaalistele selgroogsetele.

Seltsi tuntumaks vormiks on limaspihklane (Myxine glutinosa) Atlandi ookeani põhjapoolse osa rannikul, umbes 50 cm pikk Bdellostoma stouti elutseb Ameerika Vaikse ookeani rannikualadel, Aljaskast kuni Tšiilini, 1 m pikk.

Silmuliste selts (Petromyzoniformes).

Tänu sellele, et silmulistel ei ole parasitism nii kaugele arenenud kui müksinoididel, on nad selgroogsete üldisest tüvest vähem eemaldunud kui viimased: nende seljauim on hästi arenenud ja kaheosaline; nende silmad ei ole mandunud; nende lõpusaparaadi toes on hästi arenenud ja välimised lõpusavad avanevad otse välja. Nende sisekõrvas on juba kaks poolringkanalit ja nende neelust sopistub välja veejuha, mis on siin uudisarendiks. Hüpopfüüsikott lõpeb umbselt ("umblaelised").

Silmulisi on mõnikümmend liiki. Neil on väga ulatuslik levikuala - nähtus, mis on omane fülogeneetiliselt vanadele vormidele. Osa neist on mageveevormid, osa elab meredes ja tuleb kudumiseks jõgedesse. Oma maitstva liha tõttu on mitmed liigid majandusliku tähtsusega. Turustatakse peamiselt marinaadkonserveidena.

Eesti NSV piirides elab 3 silmuliiki. Kõige tähtsamaks neist - ja üldse kõige tuntumaks silmuliigiks - on jõesilm (Lampetra fluviatilis). Levinud Balti ja Saksa meres ning vastavates jõgedes. Meil tuleb kudema Pärnu ja Narva jõkke. Pärast kudemist hukkub. On majandusliku tähtsusega.

Paljudes kiirevoolulistest liivase põhjaga jõgedes ja oja- des esineb meil ojasilm (Lampetra plāneri). Kasutatakse sööda- kalana õngitsemisel. Haruldaseks külaliseks on meresutt (Petro- myzon marinus).

Kaspia mere basseinis on tavaliseks silmuks kaspiasilm (Caspiomyzon wagneri). Suure majandusliku tähtsusega. Enne sõ- da püüti Kaspia-Volga basseinist igal aastal 2000 tonni kaspia- silmusid.

KÕHRKALADE KLASS (CHONDRICHTHYES).

1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine.

Praegused kõhrkalad (hondrihtused) - haikalad, raikalad jne. - moodustavad võrdlemisi ühtlase loomaklassi. Kõik nad on (peale väheste erandite) merede ja ookeanide vormid, osalt süs- tikja haabitusega pelaagilised osavad ujujad, osalt aga labe- riku kerega ja aeglaselt liikuvad põhjavormid.

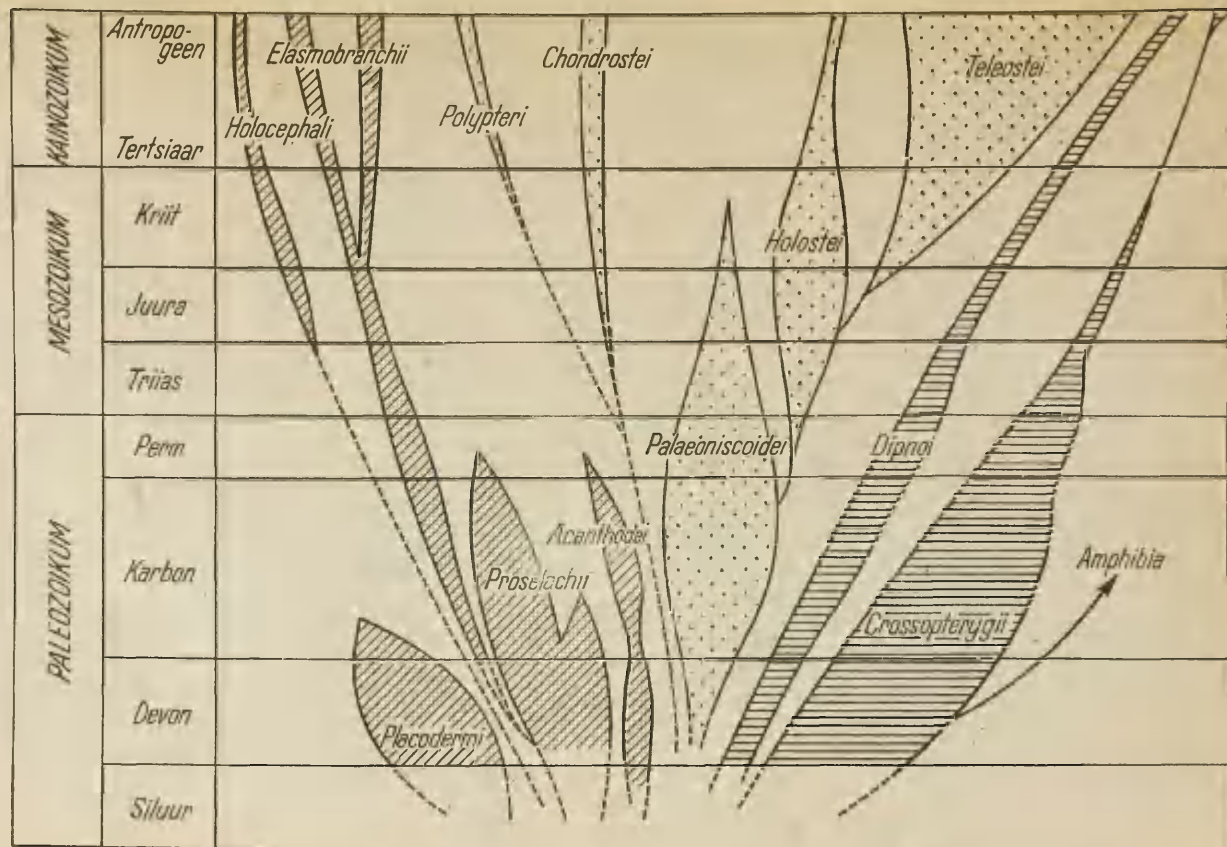
Kõhrkalade põhiliseks üldiseks tunnuseks on nende kõhre- line toeg: luukude siin puudub. Nahas puuduvad tõelised soo- mused, nende asemel leiame siin nahahambaid (dentiikleid). Kõi- ge olulisemalt erinevad kõhrkalad teistest kaladest aga sise- ehituse poolest (ujupõie puudumine, arteriooskuhik, küljevee- nid, soolitoru keeritskurd, sigujuhad, seesmine viljastus jm.).

Praegusi kõhrkalu ei ole palju: siia kuulub vaevalt 300 liiki. Kauges minevikus - vanaaegkonnas (paleosoikumis), eriti kivisöeajastul, olid kõhrkalad aga väga arvukaks ja vormirik- kaks kalarühmaks. Praegused kõhrkalad on seega reliktneks kala- klassiks.

Nagu juba teame, põlvnevad kõhrkalad devoniaegseist rüükaladest, plakodermidest. Plakodermide kere oli suletud luulisesse rüüsse, mille moodustasid kaks isekeskis liigendilises ühenduses olevat osa: eesmine kattis pead, tagumine - kere eesosa. Lõugade toes oli luust ja lõuad kandsid suuri luuhambaid. Selgrootülid olid osalt luustunud ja paarilised rinnauimed mõnedel vormidel luuliste plaatidega kaetud. Otsustades plakodermide lameda kõhu ja ülespoole suunatud silmade järgi, oli enamik neist põhjalise eluviisiga, peamiselt mageveekalad. Plakoderme tuleb pidada omaette iseseisvaks kalaklassiks. Olles devonis kaunis rohkearvulised, sureb kaugelt enamik neid selle ajastu lõpuks välja. Tüüpilisteks plakodermideks on näit. *Coccosteus* ja *Pterichthys*.

Paleontoloogilised uurimused lubavad arvata, et kõhrkalad on alguse saanud Coccosteus'e taolistest plakodermidest. Devoni algul esinevad nad juba mitme eri rühmana. Üheks niisuguseks rühmaks on akantoodid (*Acanthodes*). Need on teadaolevaist kõhrkaladest kõige vanemad, neid esines juba ülemsiluris. Varasemalt ei siia peamiselt magevetes, hiljem meredes, paleosoiikumi lõpul surid välja. Akantoodid olid väikesed käävja kehaga kalad. Nende keha oli kaetud rombjaate plaatidega, mis meenutavad luukalade ganoidsoomuseid, keha uimed olid oma eesosas varustatud tugeva jämeda ogaga. Paljudel akantoodidel leiame rinna- ja kõhuuimede vahel kohal ridamisi laia alusega lisauimi, milles võime näha kunagi keha külgedel esinenud nahakurru jäänust. Väärib märkimist, et akantoodide toeses esineb luukudet.

Teiseks iseloomulikuks ja fülogeneetilises mõttes tähtsaks kõhrkalade rühmaks on kladoselahhid (*Cladoseleachi*). Need ilmusid keskdevonis, arenesid kiiresti liigirohkeks rühmaks, kuid juba permis surid välja. Kladoselahhid olid osavad ujujad ja tugevad merelised röövkalad. Oma haabitusel (ja rohketelt teistelt tunnustelt) meenutavad nad praegusi varilõpussesseid kõhrkalu, kelle eellasteks neid tulebki pidada.



Kõige vanemad varilõpused (Elaasmobranchii) on teada juba kivisöeajastu algusest ja järelkult elasid nad hulk aega rööbiti oma eellastega. Juuras eristuvad nad hailisteks ja railisteks. Kui esimesed jäid avamerekaladeks, siis viimased kujunesid põhjavormideks, limustest toituvateks kõhrkaladeks.

Tänapäeval tunneme veel üht kõhrkalade rühma - täispeasid (Holocephali). Need on esindatud väheste liikidega ja nad on veidi enam eristunud kui varilõpused. Et täispeased põlvnevad iidsetest kõhrkaladest, on vaieldamatu, veel ei ole aga selge, millistest vormidest nad oma alguse on saanud.

2. Välistunnused ja katted.

Kaugemalt enamiku kõhrkalade keha on vastavalt pelaagilisele eluviisile, käävjas. Põhjavormid (näit. raikalad) seevastu on laberiku kehakujuga. Erandiks on täispeased: need, vaatamata oma põhjalisele eluviisile, on enam-vähem ümardunud kehaga. Sellest näeme, et mitte alati ei kujune ühes ja samas miljöös sama haabitusega vormid.

Suuruselt on kõhrkalad keskmise suurusega kuni väga suured kalad. Suurhai (Cetorhinus maximus) võib kasvada kuni 15 m, karehai (Rhineodon typicus) kuni 18 m pikaks. Väikesed kõhrkalaliigid on alla 1 m pikad.

Kõhrkalade, nii nagu teistegi kalade keha, liigendub peaks, kereks ja sabaks, kusjuures pea läheb vahetult üle kereks ja kere sabaks. Peaks nimetatakse kaladel seda kehaosa, mis ulatub ninamiku tipult kuni tagumise lõuspiluni (või lõpuseavani). Saba all mõistetakse kehaosa, mis asetseb päarakust või pärakuuime algusast tagapool.

Suava asetseb kõhrkaladel põiki pea alumisel küljel; suuavast ettepoole ulatuvat (enamasti teravaks minevat) peaosa nimetatakse nokiseks ehk rostrumiks. Pea alumisele küljele jäävad ka välimised ninasõõrmed (nares). Mõnedel vormidel on need lapja nahakurruga kaetud vao varal suuõõnega ühenduses. Pea külgedele jäävad silmad, neist tagapool (railistel pea all) leia-

me tavaliselt 5 paari lõpuspilusid. Varilõpusestel avanevad need välja iseseisvalt, täispeastel aga on nahkse lõpuskaanega kaetud ja avanevad selle taga asetseva lõpusava kaudu. Lõpuspilude ja silmade vahel on hingats (spiraculum), mis viib suuõõne tagaossa ja kujutab endast kõige eesmise lõpuspilu jäanust.

Uimed on kõhrkaladel, nii nagu kõrgematelgi kaladel, kahte tüüpi: paaritud ja paarilised. Paarituteks uimedeks on selja-, saba- ja pärakuuim, paarilisteks - rinna- ja kõhuuimed. Seljauimi on kõhrkaladel 1-3. Sabauim on tavaliselt erihõlmne ehk heterotserkne: tema ülahõlm, millesse selgroog (ja seljaeelik) suundub, on märksa suurem kui alahõlm.

Saba (koos sabauimega) on kala peamiseks liikumiselundiks. Saba (ja sabauime) lõõgil vasakule liigub kala paremale ja vastupidi. Selja- ning pärakuuim mängivad kala liikumisel osaliselt tüüri osa, muutes sik-sakilise liikumise sirgjooneliseks. Pikk seljauim võib aidata ka liikumise suunda muuta. Paariliste uimede tegevusel toimub keha tasakaalustumine. Et kala keha raskuspunkt asetseb keha eesosas ja seljale lähemal kui kõhule, siis ei püsiks kala ilma paariliste uimede abita tasakaalus. Rinnauimed on ühtlasi "sügavustüüriks", aidates kalal sügavamale laskuda või ülespoole tõusta. Rinnauimede ühe külgsel lõõgil eest tahapoole pöördub kala vastassuunda, lõõb ta sellega aga alla, siis pöördub kala kõhuga ülespoole.

Siit on ühtlasi selge, et paariliste uimede omandamine on kalade ajaloolise arengu suursaavutuseks. Alles paariliste uimede tõttu võisid kalad ujuvateks vormideks kujuneda, seega vallutada igasugused veelised elualad.

Millest ja kuidas paarilised uimed tekkisid?

Praegused andmed lubavad oletada, et paarilised uimed tekkisid ürgsete kõhrkalade külgmistest nahakurdudest, mis sarnanesid süstikkala küljekurdudele. Niisuguseid kurde, nõrgalt arenenud, täheldatakse mõnikord ka nüüdisaegsetel haikaladel. Eialgu puudus neis toes, nii nagu seda täheldatakse haikalade

loodetegi uimes. Küljekurrud olid põhiliselt sügavustüüriks ja nii langes nende funktsiooni raskuspunkt kurru eesmisele ning tagumisele otsale, mille tulemusel kurru keskosa redutseerus ja kadus ära, eesmine osa kujunes aga pikkamisi rinna- ja tagumine - kõhuuimeks. Paariliste uimede tekkimise viisile osutavad ka akantoodide keha külgede paarilised uimederead (vrd. 46.lk.).

Kõhuuimede mediaalne osa on isastel kõhrkaladel kujunenud rennilaadseks sõrmjaks pikaks kopulatsioonielundiks - pterügo-poodiks.

Kõhrkalade naha kõige iseloomulikumateks moodustisteks on nn. plakoidsoomused. Need koosnevad kooriumis asetsevast alusplaadist ja sellele kinnitunud ogast. Viimase teravik on suunatud tahapoole ja ulatub läbi marrasknaha välja, millest tulebki, et näit. haikalade nahk tundub eestpoolt tahapoole silitades sile, tagant ettepoole aga kare. Plakoidsoomuse oga on seest õõnes ja selle õõne sisse ulatub (läbi alusplaadi) vere-soonterikas kooriumi nibu - säsi ehk pulp. Selle pindmised rakud kannavad odontoblastide nime. Oga on ehitatud dentiinist ja (pindmises-tipmises osas) emailitaolisest väga kõvast ollusest vitrodentiinist. Dentiini läbivad rohked hargnenud kanalikesed, kusjuures kõik need kanalikesed suunduvad oga pinna poole; nendesse kanalikestesse ulatuvad odontoblastide jätked. Dentiin on odontoblastide ja nende jätkete eritusprodukt, see-ga kooriumi tekis. Varematal aegadel peeti vitrodentiini epidermise tekiseks, mistõttu teda ka emailiks nimetati. Hilisemad uurimused on näidanud, et vitrodentiinisse ulatuvad odontoblastide peenikesed lõppjätked ja et ka teda tuleb pidada kooriumi tekiseks. Tuleb siiski märkida, et epidermise alumise kihi rakud muutuvad tekkiva plakoidsoomuse oga kohal kõrgeks, moodustades midagi emailiorganitaolist, mis esineb näit. imetajate hamba tekkel. Niisugune emailiorganitaoline rakkude kiht näib mängivat teatud osa vitrodentiini kujunemisel, kuid vitrodentiini ta ei tooda. Plakoidsoomuse alusplaat koosneb kiulj-sest lubisooladega läbimibunud sidekoest; luurakud tas puuduva-

Plakoidsoomuse oluliseks osaks on seega tema oga, alusplaad on ainult viimase sidekoeliseks kinnituskohaks. Ühtlasi on ilmne, et nimetatud oga sarnaneb kõrgemate loomade hambaga ja seetõttu teda tulebki hambaks pidada. Haikalade plakoidsoomus ei olegi seega tõeline soomus, vaid sidekoelisele plaadile kinnitatud nahahammasteks. Plakoidsoomused ei sarnane soomustega ka oma kasvult: soomused kasvavad eluaeg, haikalade nahahambad aga saavad "täiskasvanuks", murduvad siis alusplaadilt lahti ja asenduvad uutega. Lõugadel lähevad nahahambad üle hammasteks - muutuvad suureks ja astuvad toitumise teenistusse. Ka uimede ees asetsevad ogad (kui niisugused esinevad) on muutunud nahahambad.

3. Toese-elundid.

Kõhrkalade toese põhiliseks materjaliks on kõhrkude. Et aga, nagu nägime, kõhrkalade eellastel ja "sugulastel" oli rikkalikult luukudet keha katetes ja isegi toeses, et kõhrkalade ajaloolisel arengul võime seega täheldada luukoe vähenemist, siis tuleb luukoe puudumisele praegustel kõhrkaladel vaadata mitte kui primitiivsele, vaid kui regressiivsele nähtusele.

Kõhrkalade selgroog on ehitatud hästi arenenud selgroolülidest ja on liigendunud kere- ning sabaosaks.

Selgroolülide kehad on lubisooladest tugevasti läbi imbutunud ja seetõttu valged ning kõvad. Nad on nii eest kui ka tagant nõgusad ja niisuguseid selgroolülisid nimetatakse kak silohkseteks ehk amfitsöölseteks selgroolülideks. Kahe naaberlüli lohud vastamisi moodustavad ruumi, milles on kerajad seljakeeliku jäanused, kusjuures viimased on isekeskis selgroolüli keskohta läbiva mulgu kaudu ühenduses. Seljakeelik tervikuna on seega pärlikeetaoline.

Selgroolüli keha selgmiselt küljelt algab kummaltki poolt neuraaljätke (neurapofüüs ehk baasidorsaal), mis vastaspoolsega liitudes moodustab selgroolüli ülakaare e. neuraalkaare. Iga kahe naaberlüli neuraaljätke vahel kohal leiame kiilulaadse

lisajätke - interdorsaali.

Sabalülilide keha kõhtmiselt küljelt algab kummaltki poolt neuraaljätkele sarnanev hemaaljätke (hemapofüüs ehk baasiventraal), mis vastaspoolsega kokku kasvades moodustab selgroolülil alakaare ehk hemaalkaare. Hemaalkaared piiravad kanalit, mida mõõda kulgevad suured veresoone. Selgroo kereosas on aga hemaaljätke lühikesed, ei kasva teineteisega kokku, nihkuvad enam külje poole ja kannavad alusjätke e. basapofüüsi nimetust. Basapofüüsidele kinnituvad reided. Hemaaljätke vahetkohaale jääb samuti lisajätke - interventraal.

Tuletame meelde, et sõõrguude "selgroolülidel" kehad veel puudusid, jätke (kepikeste kujul) olid aga juba olemas. Sama sugune olukord valitseb ka näit. täispeastel.

Individaualselgi arengul tekivad kõigepealt selgroolülilide jätke: selgmiselt baasidorsaalid ja interdorsaalid, kõhtmiselt baasiventraaalid ja interventraaalid. Selgroolülil keha tekitab hiljem, kusjuures kõhrkaladel ta tekib seljakeeliku materjali arvel.

Kõhrkalade ajukolju kujutab endast lausalisest kõhrest koosnevat karpi laia alumikuga ja teineteisest tugevasti eemaldunud silmakoopaga (orbiidiga). Niisugust tüüpi koljud kannavad platübasaalsete koljude nimetust. Kõhr puudub ainult kolju eesmise lagimises osas, kus me leiame sidekoega kaetud ava, fontanelli. Ajukolju eesmine osa ulatub nokisnuki (rostrumi) kujul ette välja. Ajukolju tagumine (suurem) osa jaotub vastavalt meeleeelundite kihnuudele haiste-, silma-, kõrva- ja kukla-piirkonnaks. Ajukolju kuklapiirkonda jääb suur kuklamulk, mille kaudu seljaaju on peaajuga ühenduses. Suure kuklamulgu taha, kummalegi poole, jääb lohuke, mille varal ajukolju on tugevas sidekoelises (sündesmootilises) ühenduses selgiga. Liiges kolju ja selgroo vahel järelikult veel puudub.

Näokolju lõuakaar (mandibulaarkaar) koosneb kahest paarilisest kõhrest - ülemisest suulaeruutkõhrest ehk palatokvadradist ja alumisest - Meckeli kõhrest. Vasak ja parem suulaeruut-

kõhr liituvad teineteisega (ees), samuti ka vasak- ja parempoolne Meckeli kõhr (all). Lõuakaare kõhrede serval leiame ridadeisi suured nahahambad, mis siin talitlevad tõeliste hammastena. Mediaalsed hambad on väiksemad ja nooremad, lateraalsed suuremad ja vanemad. Suulaeruutkõhr on siin seega ülalõuaks. Meckeli kõhr - alalõuaks.

Mõnedel haikaladel leiame lõuakaare eesküljel kummalgi pool veel kaks paari mokakõhri. Mokakõhred on kahe eeglõuakaare jäämused, millised kaared esinesid praeguste haikalade kaugematel esivanematel. Lõuakaar on seega, fülogeneetiliselt võttes, mitte esineseks, vaid kolmandaks vistseraalkaareks.

Keelekaar (hüoidkaar) koosneb kahest paarilisest ja ühest paaritust kõhrest. Selle kaare ülemine paariline kõhr on suhteliselt suur ja kannab hüomandibulaari nimetust, alumist paarilist kõhrrat nimetatakse hüoidiks ja alumist paaritut - baasihüaaliks, mis ulatub keelesse ja on selle toeseks. Hüomandibulaar liigestub ühest küljest ajukolju kuulmepiirkonnale, teisest küljest lõuakaarele. Viimane on siin järelikult ajukoljuga hüomandibulaari varal ühenduses. Selliseid koljusid nimetatakse hüostüülseteks koljudeks.

Mõnedel alamatel haikaladel moodustab suulaeruutkõhr kummalgi pool jätke ja lõuakaar kinnitub ajukoljule niipästi nimetatud jätke kui ka hüomandibulaari abil. Sellised koljud kannavad amfistüülsete koljude nimetust. Täispeastel (holotsefaalidel), lõpuks, liitub suulaeruutkõhr kogu ulatusel ajukoljuga. Niisuguseid koljusid nimetatakse autostüülseteks.

Lõpuskaari (branhiaalkaari) on kõhrkaladel tavaliselt 5 paari, vähestel vanapärastel haikaladel on neid aga kuni 7 paari. Lõpuskaared moodustuvad neljast paarilisest ja ühest paaritust (alumisest) kõhrest. Viimased liituvad enamasti osaliselt isekeksis. Lõpuskaarte tagaservadelt algab rohkesti kõhrelisi kiiri, mis lõpuspilude vaheseinte toese moodustavad. Kõige eesmine lõpuspilu - lõua- ja keelekaare vahel - on hinnatsiks (spiraculum) ahenenud.

Paaritute uimede toes jaotub välimiseks ja sisemiseks

osaks. Valimises osas leiame rohkesti peenikesi rõõpseid uimekiiri, mis kannavad aktinotriihide nimetust. Sisemine osa koosneb kõhrekepikestest või kõhreplaadist.

Rinnauime toese proksimaalseks osaks on õlavööde. Kõhrkaladel kujutab see (enamasti) laia U-kujulist kaart, mille selgmised otsad vabalt ulatuvad kere lihastesse, viimase lõpuskaare taga. Õlavöötme kõhtmine osa vastab kõrgemate loomade kaarnaluule ehk korakoidile ja kannab seetõttu korakoidaalosa nimetust; õlavöötme selgmine osa samaneb kõrgemate loomade abaluule (scapula) ja on seetõttu tuntud skapulaarosa nime all. Õlavöötme korakoidaal- ja skapulaarosa vahet kohale liigestub kolm basaali (pro-, meso- ja metapterüügium). Basaalidele järgneb rohkesti rõõpseid kolmest segmendist koosnevaid radiaale. Radiaalidele kinnituvad aktinotriihid, mis moodustavad uime välisosa toese.

Kõhuuime toese proksimaalseks osaks on vaagnavööde. Tavaliselt on see siin veelgi lihtsama ehitusega kui õlavööde - lühike paaritu põikne pulgake. Sellele liigestub kummalgi pool kaks basaali, millest üks (metapterüügium) on õige pikk ja kannab radiaale, millele kinnituvad aktinotriihid. Pika basaali (metapterüügiumi) distaalne ots ulatub ühtlasi kaugele välja moodustades pterüogopodi toese.

4. Närvisüsteem.

Kalade närvisüsteem osutab sõõrsuude omaga võrreldes samuti suurt progressi. Seljaaju on läbilõikes enam-vähem ümmargune, nii nagu kõrgematelgi selgroogseil. Esnakordselt eraldub hallollus valgeollusest selgesti. Seljaajunärvide selgmised ja kõhtmised juured liituvad ühiseks närviks. Selgmised juured sisaldavad nii sensibileid (retseptoorseid, aferentseid) kui ka motoorseid (efektoorseid, eferentseid) närvikiude ja närvikiud on esnakordselt kaetud müeliintupegaga. Erutused kulgevad seega isoleeritud teid mööda ja nende "päralejõudmine" toimub suurema täpsusega.

Peaaju ei asetse selle osad enam sirgjoonel, vaid moodustavad juba kõrgemale selgroogseile omaseid kooldeid. Mis puutub peaaju osade suurusesse (arengusse), siis on see rühmiti kaunis varieeruv ega vasta igakord asjaomaste rühmade fülogeneetilise arengu tasemele, vaid selles kajastuvad eeskätt looma eluviisi erinevused ja üksikute elundite arengu ning talitluste tase.

Kõhrkalade peaaju äratav kõigepealt tähelepanu otsaju (telencephalon): see on suhteliselt hästi arenenud. Otsaju eesmised külgmised osad kannavad haistesagarate nimetust ja on ühtedel vormidel vahetus läheduses haistekihnudega (haisteelundiga), teistel aga eraldub haistesagara eesosa haistesibula (bulbus olfactorius) kujul ja jääb haistesagaraga ühendusse pika haistekulgla kaudu. Otsaju õõs jaguneb kaheks ajuvatsakeseks (paremaks ja vasakuks) ja otsaju seinad sisaldavad kogu ulatuses närvirakke, mis on progressiivseks nähtuseks. Nimetatud seinte kõhtmine osa kannab juttkeha nimetust, selgmine osa, lagi, - mantli nimetust. Funktsionaalselt on kõhrkalade otsaju haisteaju.

Vaheaaju on suhteliselt nõrgalt arenenud. Vaheaaju ülaoas leiame epifüüsi, parapineaalelundi puudub. Vaheaaju lagi on õhuke, veresoontirikas ja moodustab, ulatudes oma kurdudega vaheaaju õõnde, eesmise soonpõimiku. Vaheaaju põhjas asetseb lehter ja selle taga hüpnofüüs. Lehtri külgedele jäävad alasagarad (lobi inferiores) ja soonkott (saccus vasculosus). Viimased moodustised iseloomustavad kõiki kalu. Alasagarate talitluste kohta ei ole selgust, soonkott on meeleeelund, mille kaudu võetakse vastu liikumise kiirenemise signaale. Vaheajuga on ühenduses võimsad nägemisnärvid, mis moodustavad siin (esmakordselt) ristangu.

Keskaju (mesencephalon) on hästi arenenud, selle lagimine osa jaotub kaheks nägemissagaraks (lobus opticus) - nägemiserutuste vastuvõtukeskuseks. Keskaju on siin (nagu teistelgi kaladel) ühtlasi peaaju kõige tähtsamaks refleksikeskuseks, millest

väljuvad ka seljaajju minevad juhteteed.

Suhteliselt kõige enam on kõhrkaladel arenenud tagaaju selgmine osa - väikeaju (cerebellum). See on keskuseks, kuhu tulevad kokku erutused tasakaaluelundeist, küljejooneelundeist, silma lihastest ja mujalt ning mis, saates erutusi peaaegu motorsetesse keskustesse, reguleerib keha tasakaaluliigutusi. Järelaju ehk piklikaju (medulla oblongata) on samuti hästi arenenud. Selle kaudu reguleeritakse peamiselt vistseraalsete elundite tegevust. Piklikaju eesmised külgmised osad sopistuvad tätrakeste (aurikulaarsagarate) kujul kaugele välja. Tõeliselt kuuluvad need väikeaju koosseisu ja võtavad vastu sisekõrvast tulevaid tasakaaluerutusi. Piklikaju selgmine osa (lagi) on õhuke, veresoenterikas ja moodustab tagumise soonpõimiku. Soonpõimikute rakud toodavad ajuvedelikku. Mitu peaaajunärvi on kõhrkaladel?

5. Seede- ja hingamiselundid.

Kõhrkalade lõuad on enamikul vormidel varustatud pikkade teravate tahapoolse kõverdunud hammastega, mis, nagu nägime, on nahahammaste (plakoidsoomuste) teisendid. Kõik need hambad asetsevad mitmelt realt ja on enam-vähem ühesugused, homodontsed. Paljudel kõhrkaladel (raalistel ja täispeastel) on hambad eristunud, mitu tüüpi, heterodontsed.

Suuõõs on ruumikas ja läheb sujuvalt üle neeluks, mille külgedes on lõpuspiilud ja millesse avaneb varilõpusest ka hingats. Neelule järgneb lühike ja lai söögitoru, mis läheb üle ruumikaks maoks. Viimane on V-kujuline, kusjuures see osa maost mis söögitorule lähemal asetseb, kannab mao kardiaalse osa, see mis kaugemal - mao püloorilise osa nimetust. Soolтору eesmine peenike osa ehk kaksteistsõrmik läheb üle peagi pikaks sirgeks sigarilaadseks jämedaks keeritssooleks. Viimane on oma nimetuse saanud sellest, et tema sisemine pind moodustab kõrge spiraalselt kulgeva keeritskurru (valvula spiralis). Keeritskurd on väga iseloomulikuks madalamate kalade tunnuseks. Keerits-

kurd suurendab sooltoru imendumispinda ja aitab kaasa selleks, et toit saaks kauem viibida sooltorus ja seega paremini ära kasutatud. Keeritssoole lõpposa aheneb lühikeseks jämesooleks, mis lõpeb kloaagiga.

Kaksteistsõrmikusse suubub sapi- ja pankreasejuha. Maks on kõhrkaladel suhteliselt väga suur ning sisaldab rohkesti A- ja D-vitamiinirikast õli. Pankreas (kõhunääre) asetseb kaksteistsõrmiku "käärus" ja on kaheosaline (ürgne nähtus). Jämesoole algusosa, selgmiselt, suubub rektaalnääre.

Kalade lõpused kujutavad endast neelu limaskestast väljasopistisi, mis on ektodermaalsete epiteeliga kaetud ja paljudeks liistakuteks jaotatud. Tavaliselt on kõhrkaladel 5 lõpuspilu. Kaugemas minevikus elas kõhrkalu, kel oli enam lõpuspilusid. Ka praeguseni on säilinud mõned kõhrkalaliigid, kellel on säilinud 6-7 lõpuspilu. Täispeastel aga, vastuoksas, on kõigest 4 lõpuspilu.

Kõhrkalade lõpused kinnituvad lõpuskaartest väljaulatuvaatele lõpuspilude vaheseintele. Iga vaheseina eesmisele ja tagumisele küljele kinnitunud lõpusliistakute rida moodustab poollõpuse ehk hemibranhiumi ning kaks poollõpust, mis ühel ja samal vaheseinal istuvad, kujundavad täislõpuse ehk holobranhiumi. Igas lõpuspilus leiame seega kaks eri täislõpuse poollõpust. Varilõpusestel on 4 täislõpust (nelja esimese lõpuskaare juurde kuuluva vaheseina kummalgi küljel) ja üks poollõpus (viienda lõpuskaare juurde kuuluva vaheseina eesmisel küljel).

6. Ringeelundid.

Kalade ringeelundid meenutavad veel väga suuresti sõrskude omi, kuid siin leiame juba ka elemente, mis me hiljem täheldame maismaavormide ringeelundel.

Kõhrkalade süda koosneb kojast, vatsakesest ja arteriooskuhikust. Esimene südame osa asetseb selgmiselt, kaks viimast kõhtmiselt. Kogu süda paikneb vahetult viimase lõpuskaare taga, perikardiõõnes, mis sidekoelise vaheseina varal on kõhuõõnest eraldatud.

Südame arteriooskuhikust ettepoole suundub kõhuaort (aorta ventralis). Selle kummastki küljest väljub 5 tooma-lõpusarterit (aa. branchiales afferentes) ja suundub lõpuspilude vahesseintesse (lõpustesse). Lõpustest algavad viima-lõpusarterid (aa. branchiales efferentes), mis kummaltki poolt koonduvad ja liituvad ühiseks seliaaordiks (aorta dorsalis). Viimane kulgeb selgroo all tahapoole, andes teel ära rea suuri harusid, ja lõpeb sabapiirkonnas sabaaordina (a. caudalis). Eesmisest viima-lõpusarterist ettepoole (pähe) kulgevad unearterid (aa. carotides).

Kõhrkalade venoosset süsteemi iseloomustab selle sümmeetrilisus. Sabapiirkonnas algab see sabaveeniga (v. caudalis). Neerude läheduses hargneb viimane kaheks neerudesse siirduvaks neeru värativeeniks (v. portae renis). Neerude väratisüsteem, mida me kõhrkaladel esmakordselt täheldame, on omane kõikidele alamatele selgroogsetele. Neerudest algavad veenid liituvad tagumisteks e. kaudaalseteks kardinaalveenideks (vv. cardinales posteriores). Südame tasemel liitub kumbki kaudaalne kardinaalveen sama külje eesmise e. kraniaalse kardinaalveeniga ühiseks kardinaalveeniks ehk Cuvier' juhaks. Cuvier' juhasse suubub veel (kummalgi pool) alumine jugulaarveen (mis kogub verd pea alumisest osast) ja küljeveen (v. lateralis) (mis kogub verd kere küljepiirkonnast). Küljeveenid on kõhrkalade venoosse süsteemi iseloomulikkudeks osadeks. Cuvier' juhad suubuvad suurde venoosurkesse (sinus venosus), kuhu suubuvad ka maksast tulevad maksaveenid. Maks saab oma vere maksaarteri ja maksa värativeeni kaudu. Viimane toob maksasse seedekulglast tuleva toitaineterikka vere.

7. Erituselundid.

Kõhrkalade neerud on pikad paeljad moodustised kõhuõõne selgmisel küljel kogu selle ulatusel. Arengulooliselt ja ehituselt kujutavad nad endast taganeerusid (opisthonefrooseid). Eelneerud kaovad varakult ära.

Kumbki neer liigendub kaheks osaks: kitsamaks kraniaal- ja laiemaks kaudaalosaks. Isaskaladel neeru kraniaalosa eritus-tegevusest osa ei võta (või peaaegu ei võta) ja on astunud koos neerujuhaga (Wolffi juhaga) suguelundite koosseisu. Erituselu-dina funktsioneerib neeru kaudaalosa. Uriini viimajuhadena on siin tekkinud mitu kusejuha (uréter), mis koos neerujuhaga suu- buvad ühisesse ruumi - kusesuugurkesse ehk urogenitaalurkesse. Viimane avaneb urogenitaalpapilli kaudu kloaaki.

Emaskalade neeru kraniaalosa suguelundite teenistusse ei astu, kuid ometi ta mandub kaunis kitsaks moodustiseks. Sugu- elunditega ei astu ühendusse ka neerujuha, mis jääb neeruga ko- gu ulatusel tihedasse ühendusse ja funktsioneerib uriini viima- teena. Kusejuhasid tekib ka siin (neeru kaudaalosas), kuid need on märksa väiksemad kui isaskaladel. Koos neerujuhaga suubuvad nad kuseurkesse. Viimane avaneb kloaaki.

Kõhrkalade neerude Malpighi kehakesed on suhteliselt suu- red, mis näitab, et nad eritavad rohkesti ja veerikast uriini. Teisest küljest on teada, et kõhrkalade veres on alati rohkesti kusinikku ja et nende veri on seetõttu hüpertoonilisem kui me- revesi, nii et nad vett isegi ei joo, vaid see tungib ise kala kehha. Kuidas toimub siin siis vere osmootse väärtuse säilita- mine (osmoregulatsioon)? See toimub sel teel, et üleliigne ve-si eritatakse neerukehakeste kaudu ja neerukanalikeste eesmi-sed osad eritavad "esialgsest uriinist" kusinikku niipalju ta- gasi verre, et viimase osmootne väärtus püsib konstantsena.

8. Suguelundid ja sigimine.

Kõhrkalad on laiksugulised. Isaskala seemnesarjad e. raiad (testes) on võrdlemisi lühikesed kompaktsed elundid. Kumbki raig astub neeruga (opisthonefrooga) ühendusse: temast välju- vad viimajuhakesed (ductuli efferentes) suubuvad neeru krani- aalossa, mille nefronid muutuvad seemnerakke edasikandvateks kanalikesteks. Ehituselt ja talitluselt muutunud neeru krani- aalosa eesmine pool saab nüüd raiamanuse (epididymis) nimetuse.

Neeru kraniaalosa tagumine pool muutub näärmeliseks moodustiseks, Leydigi näärmeks, mis eritab seemnerakkude liikumiseks vajalikku vedelikku. Wolffi juha eesosa muutub raiaamanuse juhaks, tagaosa - seemnejuhaks. Leydigi näärme piirkonnas on seemnejuha tugevasti väändunud, tagapool (neeru kaudaalosa tasemel) muutub ta sirgeks ja läheb lõpupoolel üle laiaks seemnepõiekeseks, mis (koos kusejuhadega) avaneb urogenitaalurkesse. Viimasesse avaneb ka kaks umbselt algavat kitsast kotjat torukest, mida nimetatakse seemnehoidlateks ja mis on osutunud Mülleri kanali jäänusteks.

Seemnerakud väljuvad urogenitaalpapilli kaudu kloaaki ja siit juhitakse nad pterügopoodide kaudu emaskala kloaaki. Viljastumine on kõhrkaladel seega tavaliselt seesmine.

Emaskala munasarjad (ovarium) on piklikud, neerudest ventraalselt asetsevad elundid. Munasarjade vahel kohal, neerudest eespool algab ühise lehtri varal paariline munajuha ehk ovidukt. Lehtrist veidi tagapool muutub munajuha jämedamaks. Siin asetsevad ta seintes kahe sugused näärmed - valgu- ja koorenäärre, mis koos on tuntud nidamentaalnäärme nime all. Valgunäärre eritab munarakule ümber paksu valgukesta, koorenäärre - tihke sarvkesta. Oma distaalses osas laieneb munajuha emakaks ja see avaneb kloaaki. (Tuletage meelde, millest munajuha tekib!)

Valminud munarakud väljuvad munasarjast selle seina katkemisel ja langevad kõhuõõnde, kust nad munajuha lehtri kaudu munajuhasse satuvad, seal endale kestad saavad ja siis munade kujul kloaagi kaudu vabasse loodusesse satuvad.

Kõhrkalade munad on suhteliselt väga suured, kuid nende arvukus on väike. Koerhail näit. valmib kõigest 20 muna. Munad on paljudel padjakesetaolised ja nurkadel varustatud pikkade niitjate jätketega, mille varal nad meretaimedele hõljuma jäävad. (Mida see soodustab?) Rohkesti kõhrkalu on vivipaarsed. Niisuguste muna on sarvkestata ja loode toitub esialgu muna rebu arvel, hiljem aga munajuha seinte epiteeli poolt toodetud toiduvedeliku arvel. Loode areneb emakas maimuks ja "sünnita-

takse". Need vormid, kel munad arenevad vabas looduses, kannavad ovipaarsete vormide nime.

9. Ontogeneetilise arengisest.

Et kõhrkalade munarakud (munad) on väga suured, siis on viljastatud munaraku lõigustumine siin osaline (partsiaalne) ja kettaline (diskoidaalne): munarakust lõigustub ainult selle protoplasmaatiline osa (munaraku ühel poolusel) ja loote blastula staadium kujutab endast ketast, mille alla jääb segmentatsiooniks. Gastrulatsioon toimub invaginatsiooni (sissesopistumise) ja epiboolia (pealekasvamise) teel. Looteketta keskosast kujuneb loode. See tõuseb lootekettast kõrgemale, "eraldub" sellest, nii et peagi osutub ta suhteliselt hiiglasuure rebukotiga ühendatuks ainult peenikese "nabaväadi" abil, mille kaudu kulgevad veresooned. Sedamööda, kuidas aga rebukoti toitematerjal ära kasutatakse, assimileeritakse, jääb ta väikeseks ja lõpuks kaob.

Loode omandab pikkamisi täiskasvanu kuju, arenemine on seega otsene.

10. Süsteemaatiline ülevaade.

Varilõpuseste alamklass (Elasmobranchii).

Varilõpuseste ehk elasmobranchide suuavast etteulatuv nokk on tavaliselt pikk ja terav. Lõpuspilud avanevad otse välja. lõpuspilude vaheseinad lähevad väljaspool üle nahakurduks, mis lõpuseid katavad ("varilõpused"). Esmine lõpuspilu on redutseerunud hingatsiks.

Nahas üle kogu keha esinevad nahahambad ehk "plakoidsoomused". Selgrootülid on üldiselt hästi arenenud ja amfitsöölsed. Kolju huustüülne või (harva) amfistüülne. Sooltorus esineb keritskurd ja ta lõpeb kloaagiga.

Evolutsiooniliselt on varilõpused vana "stagneerunud" kalarühm. Suur hulk perekondi on muutumatult püsinud juba kriidiajast, s.o. tertsiaari algusest peale. Umbes 70 miljoni aasta jooksul on muudatusi toimunud ainult klassi liigilises koos-

Tänapäeval tuntakse üle 200 liigi varilõpuseid. Et suhteliselt väga paljud neist on levinud Jaapani piirkonna vetes, siis võib arvata, et see Vaikse ookeani osa on varilõpuseste peamiseks levikukoldeks.

Varilõpusestel on märkimisväärne majanduslik tähtsus. Paljude liikide liha kasutatakse toiduks; maksast saadakse kalamaksaõli ja määrdõlisid; mõnede hailiste nahka kasutatakse poleerimiseks ja nahkesemete valmistamiseks; mõnede hailiste rinnauimedest saadakse kalaliimi.

Süsteemaatilises mõttes jagatakse varilõpused tavaliselt kaheks seltsiks: hailised ja railised.

Hailiste selts (Selaohoided).

Hailisi iseloomustab kõigepealt käävjas keha. Saba on tugevasti arenenud, sabauim heterotserkne. Lõpuspilud asetsevad pea tagaosas ("kaela") külgedel. Hambaid rohkesti ja tavaliselt on need lamedad ning teravad. Üldiselt suured kalad.

Ökoloogiliselt levikult on hailised mere- ja ookeanikalad, ainult mõned liigid tulevad jõgedesse. Põhiliselt pelaagilised vormid, ujuvad hästi ja osavasti. Enamasti röövkalad (loomatoidulised), toituvad peamiselt vähematest kaladest, limustest, koorikloomadest jne. Mõned suuremad vormid on kardetavad isegi inimesele. Mõnikord jälgib hailiste parv kiiresti liikuvaid auri- kuid, et toituda vette visatud toidujäätmetest.

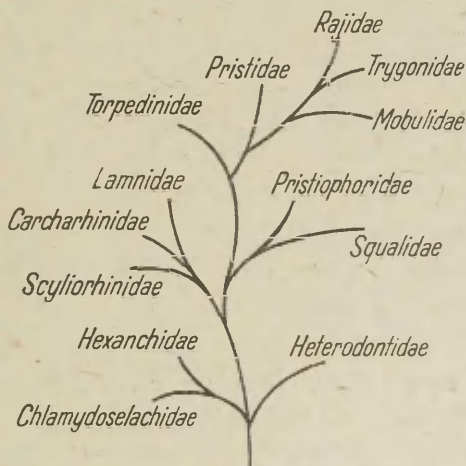
Hailiste seltsis eritletakse üle 10 sugukonna, millest siin tutvustime tähtsamatega.

Nüüdisaegsetest hailistest kõige vanemateks ja primitiivsemateks on kammhailaste ja mantelhailaste sugukond.

Kammhailased (Hexanchidae) on oma nime saanud sellest, et nende alalõuahambad on rohkete teravikkudega. Lõpuspilusid on 6-7, seljauimi üks, selgroolülid kujutavad endast lubjastamata kõhrerõngaid. Kolju amfistüülne. Vivipaarsed. Ainult kaks liiki, kes on Atlandi, India ja Vaikse ookeani troopilistes ja subtroopilistes vetes (ka Vahemeres) laialt levinud. Hexanchus

griseus on 6 lõpuspiluga, kuni 8 m pikk, Heptanchus cinereus 7 lõpuspiluga.

Mantelhailased (Chlamydoselachidae) on pika maduja kehaga süvamerekalad. Suu otseseisune, nokis puudub. Sabauim nõrgalt heterotserkne. Lõpuspilusid 6. Küljejoon alles lahtise vao kujuline. Lõpustevahelised vaheseinad ulatuvad õige pikalt ja kurdunult välja. Ainuke selle sugukonna esindaja, mantelhai (Chlamydoselachus anguineus) (kuni 2 m pikk) on laialt levinud (elutseb näiteks ka Barentsi meres), kuid on vähearvukas.



Kõrgematest hailistest nimetaksime kõigepealt penihailaste (Scyliorhinidae) sugukonda. Selle sugukonna vormid on suhteliselt väikesed kalad. Seljauimi keks, ilma ogadeta, pärakuuim väike, samuti ilma ogadeta. Hambad väikesed, ilma külgnisete teravikkudeta. Ovipaarid. Penihai (Scyliorhinus caniculus), umbes 70 cm pikk, Euroopa rannikul, ka Mustas meres. Toitub kaladest ja limustest. Tema aplus on niivõrd suur, et sageli oksendab oma mao tühjaks, et siis uut värsket toitu sisse võtta.

Enamik kaasaegseid hailisi kuulub sinihailaste (Carcharhinidae) sugukonda. Hingats väike või puudub hoopis; silmadel esineb pilknahk ("kolmas silalauk"). Vivipaarid. Osalt pelaagilised, osalt rannikuvormid, mõned elavad jõgedes (troopilistel aladel). On eriti suure majandusliku tähtsusega (nahk, õlid, liha). Sinihai (Prionace glauca = Carcharhinus glaucus), kuni 4 m pikk, on levinud kõikides troopilistes ja subtropiilistes merades, Euroopa alal Vahemeres ja läänerrannikul kuni Inglismaani. Kardetav ja aktiivne röövkala, hävitab rohkesti hinnalisi kalu, tungib ka sadamavettesse. Lääne-Euroopa rannikul on väga levinud sinihailasteks kärphaid (Mustelus). Need toituvad vähkidest, molluskitest ja vähemaist kaladest. Koerhai (Mustelus canis), kuni 1,5 m pikk, köitis juba Aristotelese tähelepanu oma sigimisviisiga. Tema vastsete rebukott moodustab veresoonterikkaid kurde ja jätkeid, mis põimuvad emaka seinte samasuguste kurdu-de vahele, kasvades nendega kokku nii, et siin tekib midagi platsentataolist, mille kaudu toimub maimude toitumine.

Vaalhailased (Lamnidae) on hailiste hulgas kõige suuremateks vormideks. Suuava suhteliselt suur, lõpuspilud pikad ja avarad. Sabavarrel külgmene kiil. Osalt on need aktiivsed ja "verejanulised" röövkalad, osalt rahulikud planktonitoidulised. Esimeste rühma kuulub näit. heeringahai (Lamna cornubica), üle 3 m pikk, Atlandi ja Vaikse ookeani ning Põhja Jäämere vetes laialt levinud liik. Paistab silma ujumise kiiruselt ja jõult. Hävitab massiliselt kalu (eriti heeringaid) ja tsefalopoodide. Liha süüakse, eriti Vahemere ja Norra rannikul. Murmani rannikul valmistatakse ta lihast balõkki. Planktonitoidulistest vaalhailastest tuleks nimetada uurhaid (Cetorhinus maximus), kes on üheks kõige suuremaks haikalaks: ta kasvab kuni 15 m pikaks. Levinud Atlandi ja Vaikse ookeani põhjapoolsetel aladel. Hävitab suurel hulgal planktonilisi vähi ja toob seega kalandusele kaudselt kahju. Uurimused on näidanud, et üks uurhai tarvitab ära sama palju toitu kui miljon heeringat. Suurhai lihast valmistatakse konserve, ta maksast saadakse õli.

Kõige suuremaks hailiseks on karehai (Rhinodon typicus) karehailaste sugukonnast. Kuni 18 m pikk, planktonitoiduline Atlandi ookeani troopilistes vetes levinud vorm.

Astelhailaste (Squalidae) sugukonna vormidel on kaks seljauime, kusjuures mõlema eesosas on terav astel, anaaluim puudub. Vivipaarsed. Selle sugukonna liikidest on astelhai (Squalus acanthias) lõuna- ja põhjapoolkera parasvöötme vetes kõige levinumaks vormiks. Sage ka Mustas meres. Kuni 2 m pikk. Nahka kasutatakse poleerimiseks, liha söödav ja paljudes maades väga hinnatav.

Astelhailastele süstemaatilises mõttes võrdlemisi lähedane on polaarhai (Somniosus microcephalus) polaarhailaste sugukonnast, suur (5-6 m pikkune) arktiliste merede röövkala, kes tungib kallale isegi vaaladele. Polaarhai muneb (koeb) kuni 500 muna, kusjuures need viljastatakse väljaspool emakala keha, mis on ainulaadseks nähtuseks hailistel.

Saaghailased (Pristiophoridae) on üleminekuvormideks hailiste ja railiste vahel. Nokis lamendunud ja kannab külgedel suuri nahaluustisi - muutunud nahahambaid. Nokise all, suuava läheduses üks paar pikki poiseid. Rinnauimed laiad. Hambad väikesed. Nokise ("sae") abil tuhnivad merepõhjas, otsides väikesi loomi. Levinud Jaapani, Austraalia ja Lõuna-Aafrika vetes. Saaghai (Pristiophorus japonicus), kuni 1 m pikk.

Railiste selts (Batoidei).

Railiste keha on dorsoventraalselt tugevasti lamendunud, ketta- või rombikujuline. Saba enamasti piitsjalt peenike. Seljauimed väikesed, pärakuim puudub. Rinnauimed erakordselt suured ja peaga liitunud. Vastavalt sellele on lõpuspilud nihkunud pea alumisele küljele. Hambad plaatjad (heterodontsus).

Vastandina väga liikuvatele hailistele on railised kohmakad merepõhjaelanikud. Mõned liigid elavad isegi suurtes sügavustes. Toituvad põhjas elutsevatest selgrootutest ja väikestest kaladest. Liha on paljudel väga maitsev ja seda kasutatakse paiguti (Ameerikas, Jaapanis, Lääne-Euroopas) toiduks. Maks on õlirikas. Railisi peetakse majanduslikult isegi tähtsamateks kui hailisi.

Osa railisi - saagrailaste (Pristidae) sugukonna esindajad - on veel "mittetuupilised": nende keha ei ole veel kuigi tugevasti lamendunud, nende saba on heterotserkne, nende hambad sarnanevad veel hailiste omadega. Nende eritunnuseks on saelaadne nokis: see on pikk, lamendunud ja servadel tugevate, sompudes istuvate hammastega varustatud. Vivipaarid. Saagrai (Pristis pristis), 4-5 m pikk, elab Vahemeres ning Atlandi ja India ookeanis. "Saagi" kasutab mere põhja tuhnimiseks ja kalaparvede ründamiseks. Toitub ka tsefalopoodidest.

Railiste seltsi kõige tüüpilisemateks esindajateks on raillaste (Rajidae) sugukonna vormid. Nende keha (koos rinnauimedega) on rombjas, nende saba peenike ja kahe tillukesel seljauimega. Mõned nahahambad on muutunud osadeks või haagikesteks. Mõnedel vormidel puuduvad nahas nahahambad hoopis. Kolju on selgrooga (s.o. esimesel kaalalülil) liigendilises ühenduses. Ovipaarid. Siia kuulub rohkesti põhjapoolsete ja parasvöötme merede liike. Mustas meres ja Euroopa rannikuil on tuntud railaseks osarai (Raja clavata), kuni 1 m pikk. Tema selja- ning kõhupoole värvus on erinev, kusjuures seljapoolal esinevad kollakaspruunil taustal ovaalsed kollakasvalged laigud ja ümmargused mustad tähnid, mistõttu seljapool väga sarnaneb madal mere põhja koloriidiga (enesekaitse).

Asterrailaste (Trygonidae) sugukonna vorme iseloomustab piitsja saba eesmisel poolel seljauime asemel asetsev pikk astel. See on varustatud tahapoole suunatud haagikestega ja teda kattev lima on müruline. nii et tema poolt tekitatud vigastused on valulised ja isegi elukardetavad. Rinnauimed ulatuvad ees kokku ja asendavad nokist. Asterrailased on vivipaarid. Maimud toituvad pärast seda, kui rebukoti toitained on ära tarvitatud, anaka seinte niitjate väljasopististe (trofoneemide) kaudu, mis ulatuvad neile suhu või hingatsisse. Peamiselt troopiliste ja subtroopiliste merede vormid. Kõige tuntumaks liigiks on asterrai (Trygon pastinaca), kuni 1 m (mõnikord ka kuni 2 m) pikk, levinud Mustas ja Aasovi meres, Atlandi ookeani rannikualadel,

Hiina ning Jaapani vetes. Maksast saadakse õli, mis on maitsev.

Elektrirailased (Torpedinidae) on oma nimetuse saanud elektrielundest, mis neil asetsevad pees ning rinnauime vahel ning kujutavad endast muundunud linakudet. Elektrielund koosneb põstsetest prismadest, mis on põiksete vaheseinte vahel reaks kambrikesteks jaotatud. Selgmine külg on positiivselt, kõhtmine negatiivselt laetud. Suurte täiskasvanud elektrirailaste elektrilaeng võib inimese jalust maha paigata. Marmorrai (Torpedo marmorata), kuni 1,5 m pikk, elutseb Vahemeres ja Atlandi ookeanis.

Kõige suuremad railised kuuluvad meresarviklaste (Mobuliidae) sugukonda. Rinnauimed väga tugevasti arenenud ja ulatuvad kaugele ette. Nahk sile, saba peenike. Sarvikrai (Manta birostris). Kesk-Ameerika rannavetest, on ligi 6 m lai ja 500 kg raske. Pea küljes kaks "sarvedena" etteulatuvat nahajätket. Oma suurte rinnauimedega töötab nagu tiibadega. Mõnikord sööstab õõsiti veest välja ning planeerib vee kohal. Maimusid kaitses võib kalureile isegi hädaohtlikuks saada.

Täispeaste alamklass (Holocephali)

Täispeased (holotsefaalid) on põhiliselt süvameri vormid. Kevaditi tulevad rannikualadele lähemale, madalamatele aladele, talviti siirduvad taas sügavatesse paikadesse. Toituvad molluskitest, okasnahkestest ja vähkiest ning väiksematest kaladest.

Haarituselt meenutavad hailisi. Neil on tunnuseid, mis osutavad, teiste kõhrkaladega võrreldes, nende madalale organisatsioonile: nende selgroolülidel puuduvad kohad, mille asemel esinevad vaid lubjastunud rõngad, ja seljakeelik on hästi sillinud; noorte kalade sabajuu on võrdhõlmne (lifutserkne), roided puuduvad; küljejoon esineb lahtise vao kujul.

Rea tunnuste poolest seisavad nad varilõpusestest siiski kõrgemal ja on enam eristunud: nende nahahambad on redutseerunud ja esinevad vaid üksikutes paikades; nende hingata on kinni

kasvanud (puudub); nende lõpuspilusid katab nahkjas lõpuskaas, nii et lõpuspilud avanevad lõpuskaane alla ja alles selle taga asetseva ühise suure lõpusava kaudu välja; nende kolju on autostüüline (palatokvadraat liitub ajukoljuga ühiseks tervikuks, "täispeaks"); nende hambad on kujunenud paksudeks plaatideks - need on eristunud, kohastunud kõva toidu purustamiseks; nende pärak on urogenitaalavast eraldunud, s.o. kloaak puudub; nende lõpusaparaat on redutseerunud, see koosneb vaid kolmest holo-branhist ja kahest hemibranhist: üks hemibranh asetseb keelekaare tagaküljel, teine - neljanda lõpuskaare eesküljel.

Holotsefaalide kivistisi on leitud juba devoni kihtidest ja mesosoikumiaegkond oli nende õitseajaks. Nüüdisaegsed holotsefaalid on seega reliktvormideks, neid on säilinud kõigest kümnekond liiki. Majanduslikku tähtsust ei ole.

Holotsefaalide tähtsamaks sugukonnaks on meretontlased (Chimaeridae). Selle rühma tuntum liik, meretont (Chimaera monstrosa) on umbes 1 m pikkune, levib peamiselt Atlandi ookeani põhjapoolsetel aladel kuni 1000 m sügavusel. Tema maksaast saadakse väärtuslikku õli.

LUUKALADE KLAAS (OSTEICHTHYES).

1. Üldine iseloomustus, põlvnemine ja fülogeneetiline eristumine.

Luukalad (osteihthused) on kõige arvukamaks ja vormiküllasemaks kalaklassiks. Mõnede andmete kohaselt kuulub siia umbes 12000 liiki, teiste järgi ligi 18000 liiki. Enamik neist elab meredes ja ookeanides (merekalad), vähem osa jõgedes ja järvedes (mageveekalad), osa luukalu elab kord meredes, kord jõgedes (siirdekakalad). Seejuures on luukalad enamikus kiired ning osavad ujujad, hästi kohastunud liikumisele vees ja seetõttu on nad vallutanud igasugused veelised biotoobid. Vastavalt sellele on ka haruldastelt suuri erinevusi nende haabituses ja eluviisides.

Ka fülogeneetiliselt arengult kuulub luukalade hulka väga mitmesuguseid "formatsioone" ja mitmes eri suunas arenenud vorme. Arenguloolistel ja võrdlevanatoomilistel kaalutlustel, aga ka käsitluse otstarbekuse seisukohalt lähtudes on üks väga vana ja erisuunaliselt arenenud "luukalade" rühm - hooankalad - siin iseseisva klassina välja eraldatud. Sellele vaatamata on "tüüpiliste" luukalade klass süstemaatilises mõttes veel küllaltki mitmekesine.

Ühised tunnused, mis luukalu siiski üldiselt iseloomustavad, on järgmised:

1. Luukaladel on rohkesti luid, kusjuures eriti tugevasti on tõusnud hondrogeensete luude osatähtsus.

2. Luukalade nahas esinevad tõelised soomused.

3. Luukalade siseelundel on rida tunnuseid, eriti kui arvestada kõrgemaid luukalu, mis neid teistest kaladest eraldavad: hingatsi puudumine, lõpuspiludevaheliste vaheseinte reduktsioon, arteriooskuhiku reduktsioon, keeritskurru puudumine, ajujuhade reduktsioon, kloaagi puudumine jne.

Nagu varasemast ülevaatest teame, tuleb luukalade kaugteks eellasteks pidada plakoderme. Millised olid kõige ürgsemad luukalad, seda me seni ei tea. Paleontoloogilistel andmetel ilmuvad esimesed luukalad (rööbiti kõhr- ja hooankaladega) keskdevoni mageveekogudes. Arenevad väga kiiresti ja juba kivisöeajastul kujunevad valitsevaks kalarühmaks nii järvedes kui ka jõgedes. Keskaegkonnas siirdub neist suur osa meredesse. See areng on jätkunud kuni tänapäevani, kusjuures vanapärased vormid on enamuses järk-järgult välja surnud, andes ruumi "moodsamatele" ja täiuslikumatele vormidele.

Esimesteks praegu teadaolevateks luukaladeks olid paleoniskoidid (Palaeoniscoides). Need olid väikesed heterotserkse sabaga ganoidsoomustega teravate hammastega röövkalad (näit. Cheirolépis, Palaeoniscus jne.). Lisaks lõpustele kasutasid nad hingamiseks nähtavasti ujupüüelaadseid kopsusid.

Kivisöeajastu oli paleoniskoidide õitseajaks. Peagi hak-

kavad aga enam arenenud luukalad neid olulusvõitluses välja tõjuma. Keskaegkonnas vähenob nende arvukus pidevalt ja kriidid surevad viimased paleoniskoidid välja. Kaks vanapärast kõrvalharu on neist aga säilinud kuni tänapäevani: hulkuimsed ja kõhriluused. Esimesest rühmast on säilinud ainult kaks vormi: hulkuimsed (Polýpteri) ja kõhrjakala (Calomichthys calabáricus), mõlemad Aafrika mageveekalad. Kõhriluisid kalu on säilinud rohkesti. Sinna kuuluvad näit. juurakalad.

Permiaegsetest paleoniskoididest võrsuvad täisluused luukalad. Need olid valitsevaks kalarühmaks keskaegkonnas ja enamik neist elas meredes. Juuras andsid nad ühtlasi alguse pärisluukaladele - kõige progressiivsemale kalatüübile. Viimaste konkurentsi mõjul hakkavad täisluused nüüd aga peagi vähenema (välja surema) ja kriidiajastu lõpuks on nad kaunis "kokku kukunud". Nende väljasuremine jätkub, ja tänapäevani on neist säilinud vaid vaaphaugid (Lepidosteus) ning muukala (Amla calva). Mõlemad on Põhja- ning Kesk-Ameerika vormid.

Pärisluukalad, nagu tähendatud, algavad oma arengu- ja võidukäigu juurajastul. Siit peale kasvab nende arvukus nii meredes kui ka magevetes pidevalt ja peagi kujunevad nad valitsevaks ja väga aristanud kalarühmaks.

Fülogeneetilise arengu ja aretoloogilise ehituse alusel tuleb praegust luukalade klassi jaotada seega järgmisteks alamklassideks:

1. Hulkuimsed (Polýpteri).
2. Kõhriluised (Chondróstei).
3. Täisluused (Holóstei) ja
4. Pärisluukalad (Teleóstei).

Kolm viimast alamklassi kannavad süsteemis sageli ka kiiruised (Actinopterygii) nimetust.

2. Välistunnused.

Vastavalt veelisele eluviisile on luukalade keha enamasti käävjas, mõigedalt lihtunud. Ariti käävjas (torpeedolaadna) on

avamerikalade keha. Niisugune kehakuju võimaldab siin maksimaalselt suure liikuvuse nii saagi püüdmisel kui ka vaenlaste eest põgenemisel.

Kalade kehakuju rühmaline varieeruvus on suurel määral tingitud erinevatest miljöõteteguritest. Erinevates elupaikades on loodusliku valiku teel kujunenud erilaadse haabitusega kalavormid. Nii võime täheldada, et veesaluste taimede ja kivide vahel elutsevate kalade keha on sageli eriti laberik (latikas, nurg), madalate veekogude põhjas tuhnivate kalade oma - maduras (angerjas, vingerjas), veetaimede vahel kaitset otsivate kalade keha on mitmetel nõeljas või jaotatud, meenutades taime või taime oad (meranõel, narmaskala).

Paiguti on aga ka võrdlemisi ühesugustes elutingimustes väga erisugused kalavormid kujunenud. Meresüvikutes näit. on väga püsivad ja "monotoonsed" abioteilised elutingimused, kuid ometi on seal kalade morfoloogiline mitmekesisus suur.

Mis puutub luukalade suurusesse, siis on nad üldiselt väiksemad kui kõhrkalad, kuid nende suuruse varieeruvus on märksa ulatuslikum kui kõhrkalade oma. Kõige väiksemad luukalad (mudilaste sugukonnast) on kõigest 5-14 mm pikad, kõige suuremad liigid on aga mitme meetri pikkused.

Tähelepanu väärib luukalade suuava oma suure varieeruvuse poolest. Röövkaladel (säga, ahven, koha jne.) on ta suur, sest oma saaki neelavad niisugused kalad tervelt. Eriti suure suuava leiame süvikukaladel (Eurypharynx, Saccopharynx, Malacostichus jne.). Need kalad toituvad tavaliselt väiksematest loomadest pealegi pimeduses. Niisugustel kaladel aga nagu näit. latikal, linaskil, kogrel jne., kes jõgede-järvede põhjas elutsevatest väikestest loomadest toituvad, on suuava väike. Usside ja putukavastsete otsimiseks on nende suuava eesosa isegi toruna väljanihutatav.

Suuava külgedel (nii ala- kui ka ülamoel) leiame mõnede luukaladel (säga, vingerjas, tuurad jne.) peenikesi niitjaid naharipikuid - poiseid. Need on niitsmis-, osalt ka kompaelundid.

Suuvast kõrgemal asetsevad tavaliselt paarilised nina-sõõrmed. Need on nahkse sillakese varal väljaspool kahaks - esmiseks ja tagumiseks - osaks jaotatud. Esmise osa kaudu pääseb vesi ninaõõne sisse, tagumise kaudu välja. Ninaõõs suuõõnega luukaladel ühenduses ei ole. Mõnedel luukaladel on ninasõõrmed klappidega suletavad.

Silmad on luukaladel suhteliselt suured, ilma laugudeta, kuid läbipaistva nahaga kaetud. Silmadest ettepoole ulatuv peaosa kannab ninamiku nimetust.

Piki keha kulgeb luukaladel küljejoon (linea lateralis) - naha sees asetsev kanalike, mis iga soomise kohal on naha pinnaile suunduva tillukesee kanalikesee varal välismaailmaga ühenduses. Küljejoone sees asetsevad, nagu hiljem näeme, küljejooneelundid. Küljejoone kuju ja kulg on süstemaatilise tähtsusega. Küljejoon ulatub ka peapiirkonda, tavaliselt kolme joone kujul, ja on siin eriti tugevasti arenenud neil rühmadel, kel küljejoon keral puudub.

Pea külgedel asetsevad luukaladel lõpuskaaned ja nende taga leiame lõpusava. Kui lõpuskaas üles tõsta, siis selgub, et lõpuskaane all olevasse ruumi ehk lõpuskoopasse avanevad lõpuspilud. Viimaseid on luukaladel 5. Kummagi lõpuskaane alaosa jätkuks on õhuke kideluude poolt toestatud kidekile.

Luukalade sabauim on võrdhõlmne ehk homotserkne: sabauime hõlmad on väliselt võrdsed, kuid sisemiselt mitte, sest viimased selgroolülid ja seljakeeliku ots suunduvad siin saba ülemisse hõlma. Paleontoloogilised andmed näitavad, et homotserkne sabauim on aegade jooksul tekkinud heterotserksest.

Luukalade paarilised uimed - rinna- ja kõhuuimed - erinevad kõhrkalade omadest sellepoolest, et nad asetsevad põiki (mitte rõhtsalt) ja neid saab tihedasti vastu keha tõmmata, mis kalade liikuvust suurendab. Kõhuuimed äratavad tähelepanu oma asukoha varieeruvusest: enamasti on nad omal "õigel kohal", kõhu all, kuid paljudel nad "on rännanud" rinna või isegi kurgu alla.

3. Katteelundid.

Luukalade naha epidermis ehk marrasknahk koosneb - nii nagu teistelgi kaladel - kogu ulatuses elusatest rakkudest. Epidermise pindmised rakud on lamedad, kuid mida enam sügavamale, seda enam muutuvad selle rakud kõrgemateks, ja kõige alumised rakud on silinderjad. Need rakud on ühtlasi paljunemisvõimelised ja toodavad uusi rakke, mis nihkuvad pinna poole ja asendavad seal ülemisi eralduvaid rakke.

Kalade epidermisele on iseloomulik ainuraksete näärmete rohkus. Neid näärmeid on kolme tüüpi: karikjad, kolbjad ja kerajad. Karikjad näärmed (näärmerakud) asetsevad vahetult naha pinnal, üle kogu keha, ja toodavad lima. Tänu sellele on kala keha pind alaliselt limane, milline asjaolu kergendab kala liikumist. Lima on ühtlasi heaks kaitsevahendiks parasiitide ja bakterite nahasse tungimise vastu. Kolbjad näärmed on sügaval epidermise sees ja eritavad oma nõre nähtavasti rakkudevahelisesse ruumidesse. Eriti rikkalikult on neid mandunud soomustega kaladel (säga, angerjas, linask) ja nad puuduvad näit. lõhilastel. Kerajad näärmed on sageli teralise sisuga ja eritavad seroosset vedelikku.

Pärisnaha ehk kooriumi pindmine osa koosneb rakkuderikkast kohevast kiulisest sidekoest, kooriumi alumine osa aga on ehitatud rakkudevaasest tihedast sidekoest, mille kiud kulgevad kimpudena, peamiselt paralleelselt naha pinnaga. Mõnedel kaladel on koorium võrdlemisi paks (näit. tursal) ja niisugune nahk kõlbab mitmesuguste galanteriiasjade valmistamiseks. Sidekekiudude vahel on rohkesti veresooni ja närvikiudude lõpmeid. Siin leiame samuti suuri pigmendirakke - kromatofore - ja väikesi valgust murdivaid iridotsüüte.

Kromatofoorid on haralised (jätketega) rakud. Nende pigmentiks on kas punane, ruuge ja kollane lipokroom või must melanin. Teised värvid tekivad mitmet värvi kromatofooride koost: roheline värvus - musta ja kollase, pruun - musta ja

punase koosmõjust jne. Mustad pigmenditerakesed kromatofoorides võivad liikuda, kord koondudes raku keskele, kord hajudes raku piirdele (jätketesse). Vastavalt sellele muutub raku (ja kogu kehapinna) koloriit: kui pigment on koondunud raku keskele, näib kogu rakk (ja ka vastav naha osa) olevat hele, kui pigment nihkub raku piirdele, muutub rakk tumedamaks.

Iridotsüüdid (guanotsüüdid) sisaldavad guanini kristalle või ka amorfset guanini. Vastavalt sellele, kuidas neilt valgus peegeldub, paistavad nad kas valgstena või eredalt hõbedastena. Iridotsüüte esineb muide ka silma vikerkestas ja mujal.

Neis kohtades, kus kala nahk on tume, on rohkesti melaniini sisaldavaid kromatofore, heledates paikades aga leidame rohkesti iridotsüüte. Tänu melaniiniterakeste liikuvusele kromatofoorides võivad kalad aga oma värvust vastavalt ümbruskonna värvusele (valgusele) muuta (enesekaitse).

Värvuse muutumist reguleeritakse närvisüsteemi kaudu silmade kaasabil: pime kala ei muuda oma värvust; kui näit. lest asetada niiviisi, et ta pea on heledal, kere aga tumedal foonil, siis muutub kere samasuguseks heledaks kui pea, kui aga asetada lestal pea tumedale ja kere heledale foonile, siis toimub vastupidine värvuse muutus. Värvuse muutumine toimub ka sisesekretsiooninäärmete mõre mõjul. Katset on näidanud, et värvuse muutumine kudemise puhul ("pulmarüü" tekkimine) toimub sugunäärmete hormoonide mõjul: kui kalad mõni aeg anne kudemist kastreerida, siis värvuse muutumist ei esine.

Luukalade kooriumi kõige iseloomulikumateks moodustisteks on soomused. Nagu kohe näeme, on soomused hoopis teistsuguse ehitusega kui nahahambad; ka erinevad nad viimastest selle poolest, et nad uute vastu ei vahetu ja et nad kogu eluea kestva-
vad.

Luukaladel tuleb eritleda kaheksaüksikuid soomuseid: ganoid- ja elasmoidsoomuseid. Mõlemad on kooriumi tekised.

Ganoidsoomused esinevad hulkuimsetel ja vaaphaugidel. Ka esineb ganoidsoomuseid tuurlaste sabauime ülahõlmal. Kaugemas

minevikus oli luukaladel ganoidsoomus väga levinud. Seega tuleb teda pidades ajalooliselt vanemaks soomuseliigiks kui elasmoidsoomust, mis iseloomustab hilisemaaegseid luukalu - pärisluukalu.

Ganoidsoomus kujutab endast tavaliselt rombjat, paksu ja kõva plaadikest. Külge külje varal üksteisega koos olles moodustavad niisugased soomused kala kehapiinal tugeva rüü.

Histoloogiliselt ehituselt koosneb hulkuimsete ganoidsoomus kolmest kihist: ganoiin-, kosmiin- ja isopediinkihist. Ganoiinkihist moodustab soomuse tiheda ning väga kõva emailitaolise pinnakihi, kosmiinkihist on rohketest koopakestest ja kanalikestest läbitud dentiinitaoline moodustis ja isopediinkihist kujutab endast paksemat tihket lamellaarset luuollust. Et selline kolmest kihist koosnev ganoidsoomus oli tavaliseks soomusetüübiks ka vanaaegsetel paleoniskoididel, siis nimetatakse teda paleoniskoidtüüpi ganoidsoomuseks.

Vaaphaugidel on ganoidsoomuse histoloogiline struktuur lihtsamaks muutunud: ta koosneb ainult ganoiinkihist ja isopediinkihist. Et ta vaaphaugidel (Lepidosteus) esineb, siis kannab ta lepidosteoidtüüpi ganoidsoomuse nime.

Elasmoidsoomused, nagu tähendatud, iseloomustavad pärisluukalu. Elasmoidsoomused on õhukesed painduvad kõvad moodustised, tavaliselt ümmarguse või ovaalse kujuga. Äsetsevad üleni naha sees sidekeelises soomusetaskus, kattes katusekivitaoliselt üksteist servega.

Kui elasmoidsoomuse serv on üleni tasane, siis kannab niisugune soomus tsükloidsoomuse ehk kaarsoomuse nime (näit. haugil, latikal jne.), kui tema tagaserval esinevad ogad, siis nimetatakse teda ktenoidsoomuseks ehk saarsoomuseks (näit. ahvenal, kiisal jne.). Need soomuse tüübid on teineteisele lähedased, sest on kalu (Pleuronectes punctatus, Epinephelus, Mullus jt.), kel esineb mõlemat tüüpi elasmoidsoomuseid. Tsükloidsoomus on fülogeneetiliselt vanem kui ktenoidsoomus.

Elasmoidsoomuskate moodustab pärisluukaladel küllalt tõhust rüü, kuid on seejuures kerge ja painduv. On mõistetav, et

niisugune kata oli kaladele suureks eeliseks olulusvõitluses, võrreldes raske ja kohmaka ganoidsoomusrüüga.

Elasmoidsoomus on ehitatud kahest kihist. Tema pindmine kiht (pindmik) on läikiv, peaaegu homogeense ehitusega, väga kõva, kuid habras. Selle juurdekasvamine toimub soomuse servapiirkonnas. Elasmoidsoomuse alumine kiht (alumik) koosneb lubi-sooladega läbiimbunud sidekoest ja on õhukulise ehitusega. Igal aastal kasvab sellele alt uus õhik juurde, kusjuures see õhik on eelmise aasta õhikust suurem. Soomuse keskosas on tema alumine kiht seega kõige paksem, servades kõige õhem. nii et elasmoidsoomus sarnaneb väga lameda kuhikuga. Kui teda pealt vaadata, siis paistavad igaaastased juurdekasvud aastarõngastena, sest iga rõnga kitsas algusosa on tumedam, lai kaugmine osa heledam. Esimene on tekkinud talvel, mil kalad ei toitu või vähe toitu tarvitavad, teine - suvel, mil kalad kiiresti kasvavad. Elasmoidsoomuste aastarõngaste arvu järgi saab seega kala vanust määrata. Aastarõngad esinevad muide ka paljudel kala luudel.

Et elasmoidsoomus on ganoidsoomusest viimase regressiivse arengu tulemusel kujunenud, siis võib selle soomuse pindmist kihti samastada ganoidsoomuse ganoiinkihiga, alumist - isope-diinkihiga.

Paljudel kaladel liituvad soomused suuremateks luuplaatideks või isegi rüüks. Luuplaate leiame näiteks ogaliku külgedel, rüü esineb kohverkalal jne.

4. Toese-elundid, lihased ja elektri-elundid.

Luukoe (luude) rohkus toese-elundites on luukaladele andnud nende nimetuse. Osalt on need luud päritud kaugelt esivanematelt (katteluud), osalt on need kujunenud hilisemal evolutsioonil (aseluud).

Kõrgemate luukalade selgroog koosneb luulistest selgroolülidest ja liigendub kere- ning sabaosaks.

Oma keha kuju poolest on luukalade selgroolülid amfitsööl-

sed (kaksilohksed), nii et seljakeelik on jäänud pärlikeestaoliseks püsima. Selgrootüli keha selgmisele küljele kinnituvad neuraaljätked (neurapofüüsid e. baasidorsaalid), mis koos moodustavad selgmise ogajätkega lõppeva neuraalkaare. Neuraalkaare alumikust väljuvad paljudel luukaladel kummalgi pool nii ettekuu ka tahapoole ulatuvad liigesjätked (sügapofüüsid), mille varal naaberselgrootülid on isekesis liigendilises ühenduses. Interdorsaalid tekivad ka luukaladel, kuid kaovad hiljem ära.

Sabalülide keha kõhtmiselt küljelt algavad kummalgi pool küljel hemaaljätked (hemapofüüsid e. baasiventraalid), mis liitudes moodustavad kõhtmise ogajätkega lõppeva hemaalkaare. Kereülidel hemaaljätked kaart ei moodusta, vaid suunduvad külgedele. Neid nimetatakse alusjätketeks (basapofüüsideks) ja nad kannavad alaroideid, mis asetsevad kere külje lihaste all, kõhuõõne seintes ja arenedes kasvavad selgroost väljapoole. Hülmeuimeitel esinevad ka ülaroised - kere selgmiste ja kõhtmiste lihaste vahel - mis kasvavad väljastpoolt sissepoole. Interventraalid tekivad, kuid vastandina kõhrkaladele, kaovad.

Kõhrluuste kalade "selgrootülid" on märksa madalamal arenguastmel kui teiste luukalade omad: nendel puudub keha ja kaared "istuvad" otseselt seljakeelikul, kusjuures nad on ainult osaliselt luustunud.

Kõige lihtpärasema kolju leiame kõhrluustel. Siin ei ole ajukolju kõhreline osa peaaegu üldse luustunud, vähemaid luustisi leiame ainult kõrva- ja silmapiirkonnas. Selle eest on aga niisugune kõhrkolju kaetud kaunis rohkete katteluudega (desmogeensete luudega). Nokisepiirkonnas on need luud eriti arvukad, kuid väikesed ja osutavad sama ehitust mis soomusedki. Oma päritolult on katteluud seega soomuste homologid. Suuõõne laes leiame samuti katteluud: ees sahkluu, tagapool lisakiilluu (parasfenoidi). Näokolju on nõrgalt arenenud ja ainult osaliselt luustunud.

Kõige paremini arenenud kolju leiame pärisluukaladel (teleostidel). Kõhr on siin peaaegu täiesti kadunud ja selle ase-

male on tekkinud rida aseluid. Katteluude arv on küll vähenenud, kuid selle-eest on nad suuremad ja neid on tekkinud ka sinna, kus nad näit. kõhrluustel veel puudusid.

Pärisluukalade ajukolju kuklapiirkonnas leiame 4 hondrogeenset luud: paaritu ülakuklalu (supraoccipitale), paariline küljekuklalu (exoccipitale = occipitale laterale) ja paaritu põhikuklalu (basioccipitale).

Kõrvapiirkonnas on pärisluukaladel kummalgi pool 5 luud: kiilkõrvalu (sphenoticum = postfrontale), tiibkõrvalu (ptericum), eeskõrvalu (prooticum), tagakõrvalu (opisthoticum) ja ülakõrvalu (epitoticum). Kiilkõrvaluid ja tiibkõrvaluid tuleb pidada segaluudeks - katteluudeks, mis on naha alla vajunud ja siin kõrvakihnu kõhrest tekkinud luuosadega liitunud, teised aga on aseluid. Tagakõrvalu võib mõnedel liikidel puududa, väga stabiilseks luuks on aga eeskõrvalu.

Kiirapiirkonnas leiame: ülal paarilise kiirulu (parietale), all - paaritu põhikiillu (basisphenoidium) ja paarilise tiibkiillu (pleurophenoidium = alisphenoidium). Nendest on kiirulu kattelu, teised - aseluid. Mõnedel liikidel (näit. karpkalal, tursal) põhikiillu puudub. Mõnedel madalamatel pärisluukaladel (karpkala, lõhi jne.) lisandub neile aga silmakkoobaste (orbiitide) vahele ulatuv silmakiillu (orbitosphenoidium).

Laubapiirkonnas on paariline laubalu (frontale), orbiidi all ja taga rida infraorbitaale, millest eesmine, kõige suurem kannab pisaralu (lacrimal) nimetust. Kõik need luud on desmogeensed luud. Orbiidid on pärisluukaladel suured ja ulatuvad keskpärasel tasapinnal niivõrd kokku, et peaaju osad nende vahele ei ulatu. Sellist kolju tüüpi nimetatakse tropibasaal seks.

Ninapiirkonna keskosas asetseb paaritu keskõellu (mesethmoidium), paariline välisõellu (ectoethmoidium = prae-frontale) ja paariline ninalu (nasale). Viimane on kattelu. Esimesed on aga segaluud ja on tekkinud alamatel luukaladel esinevate katteluude (eeslaubalu ja ülaseellu) "vahumise"

teel kõhresse, mille luuosadega nad liitusid.

Ajukolju põhjas leiame kaks tugevat suurt katteluud: lisa-
kiilluu (parasphenoideum) ja sahkluu (vomer). Viimane võib olla
nii paariline kui ka paaritu.

Pärisluukalade vistaseraalne toes - näokolju - koosneb lõua-,
keele- ja lõpuskaarte kõhredest tekkinud aseluudest ja neile
väljastpoolt liitunud katteluudest. Uudisarendina lisandub nei-
le veel lõpuskaane ja kidekile toes.

Palatokvadraadi tagaosas tekib tavaliselt kaks aseluud -
ruutluu (quadratum) ja tagatiibluu (metapterygoideum), keskosas
kaks katteluud - välستيibluu (ectopterygoideum) ja sisetiib-
luu (entopterygoideum), ees - segapäritoluga suulaelu (palati-
num). Suulaeluust eespool, ülamekas, tekivad suured katteluud -
ülalõualuu (maxillare) ja eesülalõualuu ehk sälguluu (praemaxil-
lare). Mõlemad on paarilised.

Meckeli kõhre tagaosas luustub liigeliuiks (articulare) ja
taga all - nurgaliuiks (angulare), eespool kattub ta desmogeen-
se hammasluuga (dentale). Alamatel luukaladel (hulkuimsetel ja
täisluustel) on Meckeli kõhre piirkonnas rohkem katteluid.

Ülalõua põhilisteks toeseosadeks on pärisluukaladel kaju-
nenud ülalõualuu ja sälguluu (eesülalõualuu), alalõua tooseks -
hammasluu. Nendele luudele on siin ka hambad üle läinud: tiib-
luude hambad (kui neid siin üldse esineb) on tillukesed, ja suu-
red ei ole nad ka suulaeluudel.

Keelekaare ja lõpuskaarte piirkonnas tekkinud luud on kõik
aseluud. Keelekaare ülemine osa luustub suureks hüomandibulaa-
riks (hyomandibulare) ja sellest eraldub väike luuke - sideluu
(symplecticum). Liigestudes ruutluule, seob see lõuakaare aju-
koljule, nii et kolju on siin hõõstüüline. Keelekaare alumine
osa liigendub stülohüaaliks (stylohyale), epihüaaliks (epihya-
le), tseratohüaaliks (ceratohyale) ja hüpohüaaliks (hypohyale).
Keskpidiiselt on kummagi külje keelekaar paaritu baasihüaali
(basihyale) varal ühenduses. Baasihüaalist tahapoole jääb kõõ-
lusest tekkinud parahtoid (ehk urohüaal); see ei ole järelikult

keelekaare osa.

Lõpuskaared - arvult 5 - koosnevad, nii nagu kõhrkaladelgi, igauks mitmest osast. Selles eritleme ülalt allapoole minnes järgmisi luid: farüngobranhiaal (pharyngobranchiale), epibranhiaal (epibranchiale), tseratobranhiaal (ceratobranchiale) ja hüpobranhiaal (hypobranchiale). All on lõpuskaared (lõpuskaarte hüpobranhiaalid) paaritu baasibranhiaali (basibranchiale) varal ühenduses. Teise, kolmanda ja neljanda lõpuskaare farüngobranhiaalid kannavad tavaliselt hambakesi ja moodustavad ülõemised neeluluud. Viies lõpuskaar on mandunud ja muutub alumiseks neeluluuks, mis ka on hammastega varustatud.

Lõpuskaas kinnitub hüomandibulaarile ja selle toes koosneb neljast katteluust: kaaneluust (operculum), alakaaneluust (suboperculum), eekaaneluust (praeoperculum) ja vahekaaneluust (interoperculum). Keelekaare alumiste osade servale kinnitub rida pikki mõõkjaid kideluid, mis on kidekile toeseks.

Pärisluukalade paaritute uimede toes koosneb välimisest ja sisemisest osast. Välimine osa asetseb uime sees ja koosneb rohketest õõpsetest peenikestest niitjatest uimekiirtest, mis on soomustest tekkinud ja kannavad lepidotrihhide nimetust. Oma ehituselt võivad need olla lülistatud ja lülistamata, hargnenud ja hargnemata ning mõned lepidotrihhid võivad olla muutunud ogadeks. Lepidotrihhide rohkus ja ehitus on suure tähtsusega luukalade süstemaatikas. Paaritute uimede toese sisemine osa asetseb uime kohal lihaste vahel ja koosneb teravatest lamedatest uimekandjatest ehk pterügiofooridest, mis "istuvad" selgroolülide selgmisil ogajätkeil.

Luukalade rinnauimede toest iseloomustab sekundaarse õlavöötme teke, s.o. katteluude osavõtt õlavöötme ehitusest ja basaalide kaotsimineks.

Madalamatest luukaladest tuleks välja tõsta hulknimaste rinnauimede toest. Selle õlavöötmes leiame kaks aseluid - abalu (scapula) ja kaarnaluu (coracoideum) ning rea katteluid: rangluu (clavicula), sõgluu (cleithrum), tagasõgluu (post-

cleithrum), ülaskõlalu (supracleithrum) ning tagaoimulu (post-temporale). Nendest luudest viimane on sideluuks õlavöötme ja kolju vahel. Aba- ja kaarnaluule järgneb kaks pulkjat luud ja nende vahel leiame (kõhreplaadis) ümmardunud lameda luu. Oma asetusest meenutavad need luud väga suurel määral kõhrkalade pro-, meso- ja metapterügiumi, kuid arenguloolistel kaalutlustel neid niisugusteks pidada ei saa, mistõttu neid nimetatakse proksimaalseteks radiaalideks. Neile järgneb rohkesti distaalseid radiaale, millele kinnituvad lepidotrihhid.

Pärisluukalade õlavöötmes leiame samad luud, mis hulkuimsetegi õlavöötmes, selle erinevusega, et siin rangluu on kaduma läinud. Aba- ja kaarnaluule kinnitub 4-5 radiaali ja neile järgnevad lepidotrihhid.

Võrreldes luukalade rinnauime basaalse kõhrkalade omaga, leiame, et see on märksa kitsam (eriti hulkuimsete oma), mis võimaldab uimele suurema liikuvuse.

Pärisluukalade vaagnavööde on veelgi enam lihtsustunud: siin on nii basaaliid kui ka radiaaliid kaotsi läinud, ja uimekilred istuvad vahetult paarilisel või paaritul "vaagnaluul".

Luukalade - ja ka kõikide teiste kalade - somaatilised lihased on esindatud peamiselt kahe võimsa lihase näol kere külgedel ja on siksakilistemüoseptide varal müomeerideks jaotatud (metameersus). Müomeerid on aga juba rõhtsa sidekoelise vahepealse varal selgmiseks ja kõhtmiseks osaks jaotunud. Talitlusest on see suureks progressiks: kumbki osa võib nüüd iseseisvalt talitleda ja seega saavutatakse keha liigutustes suurem mitmekesisus. Kõhupiirkonnas hakkab lihaskiudude esialgne pikisuund põikseks muutuma, võib täheldada välimise piki- ja sisemise põikilihaskihi teket. Kerelihaestest siirduvad lihaskimbud uimedesse. Hüpobranchiaalne lihastik, vastavalt lõuaaparaadi tekkimisele, muutub keerukamaks.

Keerukamaks muutub ka vistseraalne lihastik, eristudes rohketeks lihasteks, mis jäävad lõuaaparaadi ja keeleaparaadi koosseisu.

Mõnedel kaladel on kujunenud saagi uimastamiseks või surmamiseks ja enesekaitseks erilised elektrielundid. Need on ehitatud Volta samba põhimõttel, kusjuures tšingi ja vase ülesannet täidavad tiheda sidekoe plaadikesed, mis sültja sidekoelise vahemassiga vahelduvad. Kogu niisugune elund asetseb sidekoelises ümbrises. Elektrilaengud tekivad närvierutuse mõjul, kusjuures asjaomane elektrenergia tekib keemilisest energiast otseselt. Kõnesolevad elundid võivad paikneda väga mitmesugustes paikades: elektriangerjal (Gymnótus) näit. saba kõhtmises osas, elektrisägal (Malapterúrus) kahe vöödina kogu keha naha all jne. Elektrielundi laengupinge on küllalt suur: elektriangerjal näit. kuni 300 volti.

5. Närvisüsteem ja närvitegevus.

Luukalade peaaju on kujult ja üksikosade arengult väga varieeruv, vastates nende kehaosade (elundite) ja eluviiside varieeruvusele. Kõigepealt tuleb märkida, et peaaju üldised mõõtmed on suhteliselt väikesed. Otsaju lagimine osa ei sisalda närvirakke, viimased paiknevad ainult kõhtmiselt, juttkehas. Haistesagarad on lühikeste närvikiudude varal ühenduses ninaõõnega (haisteelundiga); koos moodustavad need närvikiud I peaajunärvi ehk haistenärvi. Selle poolt vastuvõetavad haisteerutused levivad otsaju juttkehas.

Vaheaaju on võrdlemisi väike, välja arvatud selle alumised osad (hüpofüüs, soonkott ja alasagarad), mis on siiski suhteliselt hästi arenenud.

Iseloomulikult suur on luukaladel keskaju. Selle selgmine osa - nägemissagarad ehk kakskeha (corpus bigeminum) - on siin kõige suuremaks peaaju osaks. Nägemissagarasse tuleb (vaheaaju kaudu) II peaajunärv ehk nägemisnärv. Keskaju kõhtmisest osast saavad alguse silmalihaste motoorsed närvid - III peaajunärv ehk silmaliigutajapärv ja IV peaajunärv ehk plokinärv.

Tagaaju selgmine osa, väikeaju, on luukaladel tugevasti tahapoole kooldunud ja suhteliselt hästi arenenud. Tagaaju kõht-

misest osast väljub 4 peaajunärvi. V peaajunärv ehk kolmikärv on neist kõige eesmisem. See on lõuakaare- ja silmapiirkonda innerveeriv seganärv ja oma nimetuse saanud sellest, et ta tekitab kolme suure haru liitumisel. Kolmikärvil omapära kaladel seisab selles, et ta koosneb kahest närvist, mis alles hiljem liituvad ühiseks närviks. VI peaajunärv ehk pöörajanärv on väike motoorne silmamuna nn. külgmist sirglihast innerveeriv närv. VII peaajunärv ehk näonärv on keelekaarepiirkonda ja pea küljejooneelundeid innerveeriv seganärv. VIII peaajunärv ehk kuulmis-tasakaalunärv on retseptoorne (sensoorne), sisekõrvast erutusi toov närv. Ta on tekkinud näonärvi sellest osast, mis innerveerib küljejooneelundeid. See fakt on veelkordseks tõendiks, et tasakaaluelundid (sisekõrvas) on küljejooneelunditega ühist päritolu.

Luukalade piklikajus on hästi arenenud nn. vistseraal sagarad ("maitsmissagarad"), mis mõnedel vormidel (näit. karplasil ja sägalasil) ulatuvad väga suurte "poolkerade" kujul külgedele välja. Viimane asjaolu on seoses maitsmiselundite väga ulatliku levikuga luukaladel (vt. allpool!).

Piklikajust saab alguse IX peaajunärv ehk keeleneelunärv ja X peaajunärv ehk uitnärv. Esimene neist on esimese lõpuskaare piirkonna närv, teine - kõikide tagumiste lõpuskaarte piirkonna närv. Mõlemad on seganärvid. Seejuures on uitenärv põhiliselt vistseraalne närv ja innerveerib kere vegetatiivseid elundeid. Ühtlasi eraldub temast haru, mis innerveerib kere küljejooneelundeid.

Vegetatiivne närvisüsteem on luukaladel juba kaunis täiuslikult välja arenenud ja eristunud osadeks, mis iseloomustavad ka kõrgemaid selgroogseid.

Et kalade otsaju on suhteliselt nõrgalt arenenud ja kujutab endast alles peaaegu täiel määral haistmiskeskust ning kuna kalade peaju on üldse suhteliselt väga väike (haugil näit. 1/1300, lutsul 1/700 osa kehakaalust), siis on ka nende kõrgem närvitegevus üldiselt veel väga nõrgalt arenenud. Kalad on "nü-

rimeelsed", nende käitumine seisneb lihtsate kaasasündinud (tingimatute) reflekside reas. Õppimine ja kogemuste omandamine (tingrefleksid) on väga vaevaline ega mängi veel kuigi suurt osa nende kõrgemas närvitegevuses. Katsed veidigi keerukama labürindiga on näidanud, et kalad ei oska labürindis teed leida toidu juurde. Haug akvaariumis püüdis hulk aega haarata väiksemat klaaskupliga eraldatud kala. Lõpuks jättis ta siiski katsed. Kui aga siis klaaskuppel kala kohalt eemaldati, jättis haug selle rahule (Trillet). Tingreflekse värvi, kuju, maitse, lõhnade ja helitooni suhtes on kaladel võimalik kujundada ja kõik need refleksid püsivad, välja arvatud lõhnarefleksid, pärast otsaju eemaldamist (Steiner).

6. Meeleelundid ja nende tegevus.

Kalad orienteeruvad oma ümbruses peamiselt haiste-, maitse-, külpejoone-, tasakaalu- ja nägemiselundite varal.

Haisteelund kujutab endast paarilist haistekotikest (ninasõnt), mille limaskest moodustab rohkesti haistepungakestega varustatud radiaalseid kurde. Luukaladel avaneb kumbki haistekotike kahe välimise ninasõorme kaudu välja, kusjuures eesmise ava kaudu läheb vesi (koos lõhnaaistinguid tekitavate aineosakestega) haistekotiksesse ja väljub sealt tagumise ava kaudu.

Haistemeel mängib kaladel väga suurt osa toidu otsimisel ja hindamisel (eriti öise eluviisiga kaladel). Pimedaks tehtud luts näit. leiab mõne minutiga kätte 30 cm kaugusel oleva liimuka tüki; kui tal aga ninasõõrmed sulgeda, ei leia ta liimuka tükki isegi 1 cm kauguselt. Murmanki rannikul kasutatakse haikalade püüdmisel "lainat" - hülgerasvaga läbiimmutatud riideräbalatega täidetud kotikest.

Maitsepungakesed tekivad kaladel kõigepealt neelu, sögitoru ja suuõõne entodermaalse osa limaskestas. Hiljem siirduvad nad siit naha ektodermaalsetesse osadesse - suu ümbrusesse (mokkadele), poisetele, kogu keha pinnale. Katsed on näidanud, et kalad teevad vahet samade põhiliste maitse kvaliteetide va-

hel mis inimenegi, kusjuures nende maitsemisrakud on tundlikumad kui inimese omad. Vee (ja toidu) maitse hindamine on kaladel tähtis mitte ainult toidu leidmise ja kasutamise, vaid ka hingamiseks kasutatava vee kõlblikkuse määramise seisukohalt.

Toidu leidmisel mängivad maitsemispungad neil luukaladel, kes elutsevad veekogude põhjas või taimede vahel, kus nägemise abil räske orienteeruda (karplased, sägalased jne.), eriti suurt osa. Vastavalt sellele on neil kaladel ka maitsemiskeskused (piklikajus) erakordselt tugevasti arenenud. Siltankala (Mullus), kel poised ära lõigati, kaotas toidu leidmise võime.

Mis puutub kalade nägemisneelese, siis on ka see üldiselt hästi arenenud. Seejuures tuleb teada, et luukalad on lühinägelikud; nad näevad selgesti vaid umbes 1 m kaugusele, pärast silmade akommodatsiooni aga kuni 10-12 m kaugusele. Kõhrkalad on kaugenägelikud. Katsed on näidanud, et mõned luukalad aistivad ka värve.

Kalade silmad on teiste loomade silmadega võrreldes mitmete ehituslike iseärasustega. Nende sarvkest (cornea) on lame ja lääts (lens) - kerajas. Viimane asjaolu on kooskõlas veelise eluviisiga: lääts on vaid veidi tihedam kui vesi, milles kala elab ja alles kerakujulisena omandab ta vajaliku valgusmurdmise võime. Kõvakestas (skleeras) leiame kõhralisi või luulisi plaadikesi, mis annavad silmamunale tuge. Vikerkest (iiris) on peaaegu lihasteta ja seega ta ei ole kokkutõmmatav: silmatera (pupill) ei saa aheneda ega suureneda. Silma soonkestast (ohorioidea) ulatub silmamuna õõnde (klaaskehha) eriline plaatjas jätke - sirpjätke (proceßus falciformis), mis lõpeb lihaskuderiikka ja läätseni ulatuva Halleri kellukesega (campanula Halleri). Halleri kelluke on luukaladel silma akommodatsioonivahendiks: tema kokkutõmbumisel tõmmatakse lääts tahapoole ja kala näeb nüüd kaugemale. Olgu märgitud, et kõhrkaladel sirpjätke puudub ja akommodatsioon toimub siin läätse ettenihutamise teel, sest kõhrkalad on kaugenägiljad. Soonkesta välimine kiht sisaldab kaladel rohkesti guaninlubja kristalle, mis annab

silmale metallilise läike ja kannab seetõttu hõbekesta (argentea) nimetust. Silmamuna sisekesta tagaosas ehk võrkkestas (retinas) on päevase eluviisiga kaladel kolvikesed, öise eluviisiga kaladel kepikesed ülokaalus. Haugil näit. on võrkkesta samal pindalal 18 kepikest, kus linaskil on 260 kepikest.

Mõnede kalade silmad osutavad huvitavaid kohastumusi nähte miljööle. Lõuna-Ameerika mageveekogudes elutseval neliksilmal (Anableps tetróphthalmus) näit. on kumbki silm jaotatud kaheks, kusjuures ülemine pool silmast on kohastunud õhus, alumine vees (vee all) nägemiseks. See kala ujub veepinnal nii, et ta silmade ülemine pool ulatub vee peale, alumine jääb vette. Paljudel süvikkaladel leiame teleskoopsilmaid: nende silmamunad on pikenenud ja on suutelised kinni püüdma paljude süvikuloomade poolt väljasaadetud nõrka valgust. Mõnedel süvikkaladel, vastuoksa, silmad puuduvad.

Küljejooneelundid ehk neuromastid asetsevad küljejoonekalikeste seintes või vastavate vaokeste põhjas. Neuromastide abil aistivad kalad lainetusel tekkivat vee liikumist, vee vönkumisi, mis vee liikumise tagasipõrkamisel tahketest kehast tekiavad, aistivad seega eemalolevaid takistusi, orienteeruvad ümbruskonna esemete suhtes isegi sogases vees ja leiavad saaki ning tunnevad vaenlase lähenemist. Pimedaks tehtud haug. näit. tunneb neuromastide abil akvaariumis saagi liikumist ja haarab selle kinni. Kui aga ta neuromastid vigastada, siis ei reageeri ta enam saagi liikumisele (Wunder).

Vees hõljudes peavad kalad oma uimedega alatasa liigutusi tegema, et tasakaalus püsida. Ka ujumisel on vaja alatasa tasakaalu pidada. Et seda suuta, peavad kalad saama signaale oma keha asendi kohta. Niisugused signaalid tulevad suurel määral "kõrvas" asetsevatest tasakaaluelunditest. Muist signaale tuleb lihastest.

Kalade "kõrv" vastab kõrgemate selgroogsete sisekõrvala. Selle ülemine osa ehk ovaalkotike (utrículus) on varustatud kolme poolringkanaliga, alumise osa ehk ümarmotikese (sacculus) küljelt aga kasvab välja lageenanimeline sopis. Poolringkanalite alumikkude laiendites ehk ampullides leiame neuromastidetaili moodustisi - kuulmeharju, ovaal- ja ümarmotikese põhjas

aga suuremaid meelerakkude kogumikke - kuulmetähne - mille kohal asetseb lubjakivist kehake - otoliit. Kogu sisekõrv on täidetud vedelikuga, endolümfiga. Kui kala oma pead kallutab või oma asendit muudab, siis hakkab endolümf, tänu sellele, et ta inertsi tõttu liikumist kohe kaasa ei tee, kuulmeharju ja kuulmetähnde meelerakke ärritama. Need ärritused ongi signaalideks, mille põhjal kalad suudavad tasakaalu hoida. Lageena on moodustis, mis esineb ka kõrgemal selgroogseil ja milles kujunevad helisid vastuvõtavad meelerakkude kogumikud.

Katsed on näidanud, et kui kaladel ovaalkotike koos poolringkanalitega eemaldada, siis ei suuda nad enam tasakaalu hoida. Vigastamata silmadega kalad harjuvad peagi silmadest tulevate signaalide abil tasakaalu säilitama. Kui aga kaladel ka silmad kinni siduda või välja lõigata, siis ei ole neil tasakaalu hoidmine üldse enam võimalik.

Ümarkotikese vigastamine ei too kaasa tasakaaluhäireid. Et ümarkotikese sellised seadised, nagu nad esinevad maigmaaloomadel, puuduvad, siis võiks arvata, et kalad ei kuule. Otsestest vaatlused ei ole sellesse küsimusesse suurt selgust toonud. Katsed näitasid, et mõned kalad siiski kuulevad. Nii näit ujusid särg ja viidikas akvaariumis elektrikellukesest eemale, kui seda helistati, kui aga elektrikellukese tila ja sein vahale asetati nahka, nii et kelluke enam ei helisenud, vee võnked aga edasi kestsid, siis kalad eemale ei ujunud (Zennek). Alles tingreflekside meetodi varal on läinud korda kindlaks teha, et kalade kuulumisvõime on siiski hoopis suurem, kui seda varem arvati. Uurimused on ühtlasi näidanud, et kalade "kuulumiselundiks" on ümarkotike, eriti selle kuulmetähnik, ja lageena. Ka on selgunud, et kalad toovad kuuldavale rohkesti mitmesuguseid "hääli", mida me tavaliselt ei kuule ja mida on võimalik "kinni püüda" alles eri aparaatide (hüdrofoonide) varal. Kalad kuulevad seega hoopis teisiti kui kõrgemad loomad.

Kalade kompemeel on üldiselt nõrgalt arenenud. Kalade naha tundlikkus on üldist laadi, midagi niisugust, nagu see on

inimesel näit. spooltorus. Kala ei tee teravaid liigutusi, kui teda torgata; haug näiteks, kes on õnge otsa hakanud ja sellest vabanenud, haarab uuesti õnge otsa pandud peibuti järele; polaarhaid, kes parajasti vaala korjust õgib, võib noaga või haamriga päbe taguda, ilma et ta seda tähele paneks; kalal võib silma välja opereerida ja ta ei reageeri sellele kuigi märgatavalt jne. Ka kõik see on arusaadav: kaladel puuduvad elundid, millega end vigastuste vastu kaitsta.

Hästi tundlikud on kaladel vaid suupiirkonna (mokka- ja poisete) nahk.

7. Seedeelundid ja toitumine.

Luukaladel võivad hambad esineda kõikidel suulae luudel, kõige enam on neid tavaliselt eesülalõualuul (sälguuluul) ja suulaeluul. Ka lõpuskaartel - ülemistel ja alumistel neeluluudel, nagu nägime, võivad hambad istuda. Nad on kinnitatud kas limaskestast sidekoesse või luuümbrisele, hambasombud (alveoolid) on väga haruldaseks nähtuseks (esinevad näit. haratsiinlasil, vt. allpool). Kujult on luukalade hambad tavaliselt koonilised ja ühesugused (homodontsed) ja nad vahetuvad sedamööda, kuidas nad ära kuluvad või lahti murduvad, korduvalt uutega (polüfodontsed hambad).

Mõnedel luukaladel (Díodon, Tétrodon) liituvad hambad tugevateks plaatideks, mõnedel luukaladel (tuurlased, karplased) on hambad sekundaarselt kaduma läinud.

Luukalade keel kujutab endast liikumatut limaskestast kurd, mille sisse ulatub baasihüaal, nii et tõeline (lihased) keel siin veel puudub. Puuduvad kaladel ka, vastavalt veelisele miljöõle, süljenäärmed.

Seedekulgla lõpuskaarte piirkond ehk neel ja sellele järgnev lühike lai söögitoru on varustatud tugevate võõtlihastega.

Lõpuskaarte sisemisel küljel leiame enamikul luukaladel luupulgakestega toetatud jätkeid - lõpuspiisid. Tavaliselt ulatuvad ühe lõpuskaare tagumise rea lõpuspiid tagumise lõpuskaare

eesmise rea lõpuspiide vahele. Niimoodi moodustavad lõpuspiid midagi sõelataolist, mis lõpuseid kaitseb veega neelu sattunud ja siit lõpuspiludesse sattuda võivate kõvakehade vastu. Samal ajal on lõpuspiid vahendiks, mis ei lase toiduosakestel (vähemad loomad jne.) neelust välja minna. Sellele vastavalt on taimetoidulisel ja planktontoidulisel kaladel lõpuspiisid rohkesti ja need on pikad, rõõvkalade lõpuspiid aga on väikesed.

Luukalade magu on suhteliselt lühike ja mõnedel vormidel (näit. karplasil) alles kujunemata. Sooltoru on veel vähe liigendunud. Kõhrkalade omaga võrreldes on ta suhteliselt pikem ja moodustab kääride. Hulkuimsete, kõhrluuste ja täisluuste kalade sooltorus leiame keeritskurru (nii nagu kõhrkaladegiomas, pärisluukaladel keeritskurd puudub, selle asemel on siin sooltoru pinna suurendamiseks sooltoru algusossa suubuvad jätked - lukutiripikud (appendices pylorici). Nende arv varieerub 2-3 kuni 400 (mõnedel lõhilastel). On pärisluukalu, kel lukutiripikma puuduvad (karplased, sägalased, haugid, liitlõpuselised jt.). Pärisluukaladel oleneb sooltoru pikkus väga suurel määral kala suurusest ja selle toidulaadist. Suurtel ja taimetoidulistel kaladel on sooltoru suhteliselt märksa pikem kui väikestel ja lihatooidulistel kaladel. Haugil näit. on sooltoru keha pikkune, taimetoidulisel kalal *Disognathus*'el aga on 10 korda pikem kui keha.

Kõikide luukalade seedekulgla lõpeb pärakuga. (Kuidas lõpeb ta kõhrkaladel?)

Maks on luukaladel suhteliselt nõrgamini arenenud kui kõhrkaladel (välja arvatud tursklased), ka kõhunääre (pankreas) ei ole kuigi kompaktne. Maksa suurus oleneb suurel määral aastajaast ja kala füsioloogilisest olekust. Jõeforeallil näit. kõigub maksa suhteline kaal aastas 2,5 kuni 4,5 %.

Seedimise kiirus (fermentide aktiivsus) oleneb luukaladel väga suurel määral temperatuurist. Vingerjal näit. kestab seedimine 20° temperatuuris 11 tundi, 7,5° temperatuuris 86 tundi.

Toidu omastamine oleneb suuresti toitumise intensiivsusest.

Keskmiselt toidetud karpkala näit. omastab 100 g lupiinist 35,2 g valke, rohkesti toitu saanud karpkala aga kõigest 18,9g (Knaute). Ületoidetud kalad heidavad seega osa toitu poolseeditult välja.

8. Hingamisalundid.

Luukalade lõpused asetsevad neljal esimesel lõpuskaarel, nii et lõpuseid on siin seega kummalgi pool neli; keelekaarel poollõpus puudub. Lõpuskaane sisemisel küljel leiame aga veel mandunud poollõpuse, mis kannab ebalõpuse nimetust. Iga poollõpus koosneb rohketest pikkadest lõpusliistikutest. Lõpustevahelised vaheseinad on luukaladel redutseerunud ja lõpusliistikud kinnituvad lõpuskaartele otseselt. Ühe ja sama täislõpuse poollõpused liituvad oma alumikul ja nende liistikute vabad otsad ulatuvad lõpuskoopasse. Lõpustevahelised vaheseinad aga taanduvad sedamööda, kuidas lõpuskaas täieneb. Kõhrluuste lõpuskaas on veel nõrgalt arenenud ja lõpustevahelised vaheseinad on siin kaunis pikad; täisluustel ja pärisluukaladel, ka lõpuskaas on täielikult välja arenenud, on ka lõpustevahelised vaheseinad järkjärguliselt kadunud.

Mis puutub hingatsisse, siis on see teleostidel kadunud, kõhrluustel ja hulkuimsetel on ta alles; alles on ta ka täisluustel (holostidel), kuid ta on siin väljaspool kokku kasvanud.

Kalade hingamisprotsess on keerukas ja eri kalarühmadel erinev. Luukaladel toimub hingamine tavaliselt lõpuskaante tõstmise ja langetamise teel. Kui kala tõstab lõpuskaane üles, siis liubub lõpuskaane serval olev kidekile lõpusava vastu (suleb selle) ja vesi valgub neelust lõpuskoopasse, lõpuste vahelt läbi. Kui kala lõpuskaane alla vajutab, siis surutakse vesi lõpuskoopast välja.

Kalade hingamisintensiivsus oleneb suurel määral vee temperatuurist: soojas vees on kalade hapnikutarvidus suurem kui külmas vees. Linask näit. vajab 4° temperatuuri juures ühe tunni jooksul iga oma kg kehakaalu kohta 12-16 cm³, 19° tempera-

tuuri juures aga juba 60 cm³ hapnikku. Teisest küljest: see vesi sisaldab vähem hapnikku kui külm vesi, millega on ka seletatav, et need kalad, kelle hapnikutarvidus on suur, elavad peamiselt külma vees.

Väga tundlikud on kalad CO₂ vastu. Kui CO₂ hulk vees veidigi tõuseb, muutub kalade hingamine väga raskeks. Ka hapnikurohkus on kaladele kahjulik või isegi surmav.

Mõned kalad (näit. koger, särg jne.) tõusevad hapniku puudusel vee pinnale ja ahmivad suhu õhku, rikastades seega vett, mida nad hingamiseks kasutavad, hapnikuga.

Luukalade omapäraseks hingamisteggevusega seotud aparaadiks on ujupõis.

Hulkuimsete ujupõis on paariline, avaneb neelu selle kõhtmisel küljel, asetseb kala kõhupoolel, tema sisepind on kurru-line ja ta saab oma vere viimase toomaarteri kaudu. Hulkuimsete ujupõiel on seega kõik need tunnused, mis me hiljem leiame kopskaladel ja teda tuleks seega pidada kopsuks. Tõepoolest, ujupõit kasutataksegi siin vahetevahel hingamiselundina.

Holostidel on ujupõis pikutise vaheseina varal peaaegu kaheks jaotatud, ta avaneb neelu selle selgmisel küljel, asetseb selgmiselt, tema sisepind on kärjeline, tema verevarustus on mudakalal samasugune nagu hulkuimsetelgi, vaaphaugidel aga toimub see kõhuarteri kaudu. Holostide ujupõis on seega ainult osaliselt kopsude sarnane. Funktsionaalselt on aga siingi ujupõis vahetevahel hingamiselundina kasutusel: kalad tõusevad veepinnale, ahmivad õhku suhu ja suruvad selle ujupõide.

Teleostide ujupõis on paaritu. Ta asetseb selgmiselt, tema sisepind on sile, tema verevarustus toimub kõhuarteri kaudu. Ühtedel juhtudel avaneb ta neelu selle selgmisel küljel asetseva õhujuha (ductus pneumaticus) kaudu, teistel juhtudel (kõrgematel teleostidel) on õhujuha suletud (või kadunud) ja ujupõiel neeluga ühendust ei ole. Esimese rühma kalu nimetatakse füsootoomideks, teise omi - füsoklistideks. Igal juhul aga ujupõis teleostidel hingamisaparaadina ei funktsioneer: ta on siin

hüdrostaatiliseks aparaadiks. Gaaside hulgale vastavalt võib ujupõis suurene da või väheneda ning koos sellega ka kala erikaal. Kui ujupõis väheneb, siis kala erikaal suureneb ja ta vajub enam põhjapoole; kui ujupõis suureneb, siis kala erikaal väheneb ja ta tõuseb ülemistesse veekihtidesse. Vastavalt sellele, kui sügaval kalal on "sobiv" liikuda, reguleerib ta gaaside hulka oma ujupõies. Seda teeb ta osalt õnukäigu kaudu, osalt (ja füsoklistid ei saagi seda teisiti teha) vere kaudu. Ujupõie seinad on veresoonte rikkad ja verekapillaarid moodustavad siin punakehad. Viimaste kohal on erilised gaasinäärmed, mis eritavadki ujupõie gaase. Gaaside vähenemine toimub samuti ujupõie verekapillaaride kaudu, peamiselt nn. ovaali kaudu.

Kuidas on ujupõis tekkinud? Kalade lõpused olid esialgu kahtlemata ebatäiuslikud. Hingamiseks tekkis kaladel seetõttu lisaelund - neelu tagaosa paarilise väljasopistuse kujul, umbes niisuguse elundina, nagu seda on hulkuimsete (hulkuime) ujupõia. Niisugune lisaelund arenes edasi kahes suunas: neil vormidel, kel lõpused hästi välja arenesid või kes sellist lisahingamis elundit kasutada ei saanud (merre siirdunud vormid), on see elund muutunud hüdrostaatiliseks elundiks, neil aga, kel lõpusaparaat puudulikult arenenuks jäi, sai sellest elundist abihingamis elund algeliste kopsude kujul.

9. Ringeelundid ja vereringe.

Hulkuimsete, kõhrluuste ja vaaphaugide süda koosneb samadest osadest, mis kõhrkaladegi oma (missugustest?). Mudakala südames on arteriooskuhik lühenenud ja teleostidel ta puudub. Õigemini: on redutseerunud väga lühikeseks ülemineku alaks ühe rea klappidega. Arteriooskuhiku asemel leiame teleostidel arterioossibula (bülbus arterio'sus). Selles puuduvad klapid, selle seinad on ehitatud silelihasrakkudest ja seetõttu teda tuleb pidada veresoone osaks.

Arterioossibul (madalamatel luukaladel arteriooskuhik) läheb üle kõhuaordiks, millest lõpuskaartesse läheb 4 tooma-

lõpusarterit. Lõpuskaartest (lõpustest) algavad viima-lõpusarterid ehk epibranhiaalarterid koonduvad kummalgi pool selja-aordi juureks, mis tagapooli liitudes annavad seljaaordi.

Luukalade venoosses süsteemis võime täheldada sümmeetria kaotamist: parem kaudaalne kardinaalveen on tavaliselt märksa tugevamini arenenud kui vasak. Küljeveenid puuduvad. Alumiisi jugulaarveen on üksainuke ja see suubub otse venoosurkesse.

Kalade veri on "embrüonaalse" iseloomuga: vere punalibled (erütrotsüüdid) on tavaliselt lamedad, kaksikiikumerad, ovaalse kujuga ja tuumaga. Valgelibled (leukotsüüdid) jagunevad juba samadeks rühmadeks, mis kõrgematelgi selgroogsetel. Luukalade punalibled on suhteliselt suured, kuid üldiselt siiski märksa väiksemad kui Lõhrkalade ja hoaukalade omad. Punaliblede arv veres on väike: kogrel näit. on 1 mm^3 veres kõigest 0,87 miljonit punaliblesid, haugil ja forellil on neid 1,4 miljonit, ogalikul 3,3 miljonit jne. Valgeliblede arv veres seevastu on väga suur: forellil näit. on 1 mm^3 veres 25,5 tuhat valgeliblet, kogrel 51 tuhat, angerjal 90 tuhat, ahvenal 40 tuhat jne. (Võrdluseks inimesel kõigest 6-8 tuhat)

Vere punaliblede hemoglobiini hapnikusiduvus on eri liikidel erinev. Need kalad, kelle vere hemoglobiini hapnikusiduvus on suur (näit. angerjatel, karpkalal), võivad elada ka niisuguses miljööis, kus hapnikusisaldus on väike, need kalad aga, kelle vere hemoglobiini hapnikusiduvus on väike (näit. forell, tursk, luts jne.) vajavad väga hapnikurikast vett. Kõrge temperatuur ja süsihappegaasi juba õige nõrk suurenemine vees vähendab kalade vere hemoglobiini hapnikusiduvust. Seda teeb ka piimhape. Seepärast soovitatakse veepaakidesse, kus kalu tahtakse kauem elus hoida, veidi soodat lisada.

Vere hulk on kaladel suhteliselt väike: karpkalal näit. 2% kehakaalust, ketal 1,6% jne.

10. Erituselundid. Suguelundid ja sigimine.

Luukalade erituselundid, neerud, on suhteliselt väga pikad, tihedasti vastu selgmist kehaseina liibunud vererikkad moodustised. Arenemislooliselt on nad taganeerud (opistonefrosed). Eelneerud (pronefrosed) jäävad paljudel luukaladel kogu eluajaks peaneeruna (s.o. peapoolse neeruna) püsima, kuid eritustegevusest nad osa ei võta ja kujunevad vereloomeelunditeks: siin tekivad erütro- ja leukotsüüdid ning siin lammutatakse vana erütrotsüüte.

Madalamate luukalade neerud on veel suurel ulatusel (isaskaladel) raiaga ühenduses ja Wolff'i juha on siin kusesugujuhaks (nii nagu kõhrkaladelgi). Teleostidel aga on neerud ja Wolff'i juha raigade "teenistusest vabanenud", Wolff'i juhad avanevad urogenitaalurkesse ja uriin väljastatakse selle papilli kaudu vabasse loodusesse.

Nefronite ehituselt ja talitluselt jagunevad luukalade neerud kahte tüüpi: mereluukalade tüüp ja mageveeluukalade tüüp.

Mereluukalade neerude nefronid on väikese neerukehakesega või neil puudub neerukehake hoopis, nad eritavad vähe ja hüpertoonilist uriini. Miks see nii on kujunenud? Sellepärast, et merevesi on hüpertoonilisem kui mereluukalade veri: viimased joo vad "soolast vett", eritavad liigsed soolad lõpuste kaudu välja ning peavad vere osmootse väärtuse säilitamiseks veega kokkuhoidlikud olema. Mageveeluukalade neerude nefronid seevastu on suure neerukehakesega ja eritavad rikkalikult ning hüpotoonilist uriini. Ka see on mõistetav: kõnesolevad kalad elavad magedas vees, see ise tungib osmootsel teel ohtralt kalade kehha, nii et viimased isegi ei joo vett ja vere osmootse väärtuse säilitamiseks peavad nad võimalikult rohkesti vett neerude kaudu ära andma.

Kaugalt enamik luukalu on lahksugulised, hermafroditism esineb tavaliselt anomaaliaana (näit. haugil, tursal jt.). Alaili hermafrodiite esineb mereahvenlaste sugukonnas. Niisugu-

sel korral funktsioneerivad gonaadid vaheldumisi kord kui raiad, kord kui munasarjad, mistõttu iseviljastamine ära noitakse.

Luukalade raiad ehk niisad on enamasti paarilised piklikud siledapinnalised organid. Madalamatel luukaladel on, nagu nägime, raiad veel ühenduses neerudega, teleostidel on seemnejuha väga lühike ja vahetus ühenduses raiaga, moodustades selle jätku, kogu suguparaat on neerust täiesti eraldunud. Seemnejuhad (raigade lõpposad) avanevad liitunud kas kusesugurkesse või iseseisvalt kõhu pinnale.

Munasarjad on enamasti samuti paarilised. Madalamatel vormidel (hulkuimsetel, kõhrluustel ja mudakalal) liituvad lühikesed munajuhad vastu munasarja, teleostidel aga on munajuha moodunud munasarja lühikeseks lõpposaks. Iseseisvad munajuhad sagga puuduvad. Siiski on ka erandeid: mõnedel lõhilastel (eriti tindil) näit. on nad siilinud, kuid on väga lühikesed. Munasarja lõpposad avanevad kas kusesugurkesse või iseseisvalt.

Luukalade suguproduktid valmivad, s.o. luukalad saavad suguküpseks väga mitmesuguses vanuses: gorbuša teisel, vobla kolmandal, lõhi viiendal, angerjas kuusendal, cheksandal, tuur kahe teistkümnendal-kolmeteistkümnendal eluaastal. Rikkalik toit ja hapniku paras määr veekogus kiirendab suguküpsuse saabumist.

Seemnerakkude (spermatoosidide) arv kaladel on erakordselt suur. Nii on leitud näit., et 250 g lesta niiskades on umbes 156 biljonit spermatoosidi. Gonaadides on nad anabiootilises olekus ja omandavad liikuvuse alles pärast seda, kui nad on vette sattunud (seemendamisel). Vees hõlvivad seemnerakud aga võrdlemisi ruttu (tavaliselt mõne minuti pärast).

Samuti on kaladel üldiselt munarakkude (munade) arv suur: angerjal ja kohal 300-900 tuhat, tursal 3-9 miljonit, lõhilal 300 miljonit jne. Tuleb aga märkida, et munade arv on loomade ellujäämise tõenäosusega: mida enam koetud muna on hädastatud, seda suurem on munade arv ja vastupidi. Sagalik näit., kelle isasloom kaitseb mune ja mune pesas, muneb kõi-

gest 80-100 muna, mereahvenal (vivipaar) on kuni 1000 muna jne.

Luukaladel tehakse vahet pelaagiliste ja demersaalsete munade vahel.

Pelaagilised munad on tavaliselt väikesed, nad hõljuvad vees vabalt ega kleepu veealuste taimede ning asjade külge. Paljude liikide pelaagilised munad sisaldavad rasvatilgakke, mis nende erikaalu vähendab, või nad on varustatud niitjate võsunditega, mis nende põhjavajumist takistavad. Pelaagilised munad esinevad peamiselt merekaladel (tursklasil, paljudel heeringlastel, makrelllastel jne.).

Demersaalsed munad on suuremad, suhteliselt rasked ja nad kleepuvad oma kestaga veealustele taimedele ja asjadele või langevad põhja. Demersaalsed munad iseloomustavad peamiselt mageveekalu ja rannäärseil madalikel elutsevaid merekalu. Et niisugused kalad kuuluvad fülogeneetiliselt vanadesse sugukondadesse, siis tuleb demersaalseid munegi pidada fülogeneetiliselt vanemaiks. Siin on meil taas üks fakt, mis lubab järeldada, et kalad on tekkinud magevees. Pelaagiliste munade kujunemine võimaldas neil siirdumise ulgumerre.

Seemendamine ja viljastamine on kaugelt enamikul luukaladel väline. Seegmine seemendus esineb vivipaarsetel vormidel, näit. emakalal (Zoarces viviparus), mõnedel mereahvenlastel, mõnedel limakalalastel, eriti aga hammaskarplastel.

Seemendamine ja viljastamine toimub kudemisel: emaskalad munevad (koevad) oma munad vette ja isaskala paiskab need üle seemnevedelikuga. Põhjapoolsetel aladel ja parasvöötmes toimub kudemine eri liikidel eri aastaaegadel: siiad ja lõhid näit. koevad hilissügisel, luts talvel, haug ja ahven kevadel, lestad ja enamik karplasi suvel jne. Troopilistel merekaladel ei ole kudemine ajaliselt piiratud: nad koevad igasugustel aastaaegadel vastavalt toitumistingimustele.

Kudemise ajaks ilmuvad paljudel kaladel sekundaarsed sootunnused: mitmetel liikidel "pulmarüü" (ogalikul, lõhil jne.), uimede pikenemine, lõugade pikenemine ja kõverdumine (lõhidel) jne.

Kudemise ajaks rändavad luukalad tavaliselt eri paikadesse. Mageveekaladel piirduvad niisugused ränded tavaliselt sobivale kudemispaigale siirdumisega. Mere- ja siirdekaladel võtavad need ränded aga kudemisrände iseloomu. Enamik niisuguseid kalu rändab kudemise ajaks meredest jõgedesse (anadroomne ränne), mõned liigid, vastupidi, rändavad kudemise ajaks jõgedest merre (katadroomne ränne).

Anadroomne kudemisränne esineb näit. paljudel tuurlastel, lõhilastel ja heeringlastel. Rändetee pikkus on eri liikidel väga erinev. Lõhid näit. siirduvad jõgedesse ainult mõnekümne km ulatusel. Teisiti on aga olukord näit. Kaug-Ida ketal Vaiksest ookeanist Amuuri jõkke. Teekonna pikkus on siin üle 3000 km. Liikumine toimub tohutute parvedena, massiliselt, kiirusega kuni 80 km ööpäevas. Teel ületatakse igasuguseid takistusi, kuni jõutakse välja jõe ülemjooksule ja selle harudesse. Selleks ajaks on kalad oma toidutagavarad (jõureservid) ära kulutanud, nad on kõhnaks muutunud ega ole suutelised nüüd isegi enam toituma ning pärast kudemist nad hukkuvad.

Katadroomne kudemisränne esineb tüüpilisel kujul näit. Euroopa angerjal. Suguküpseks saamult rändab see kala Euroopa ja Põhja-Aafrika jõgedest Atlandi ookeani läänepoolsesse ossa, Sargasso merre ("kodumaast" umbes 7000-8000 km kaugusele), kus kudemine toimub sügavates veekihtides. Kudenud angerjad oma endistesse elupaikadesse tagasi ei pöördu. Euroopa angerja vastsed alustavad tagasirännet itta ja jõuavad 3 aasta pärast sihile. Angerja vastsete rändamine toimub suurel määral passiivselt, nad kanduvad Golfi hoovusega kaasa.

Viimastel aegadel on hakatud euroopa angerja rändes kahtlema. Inglise teadlase Tuckeri vaate kohaselt ei saa euroopa ja ameerika angerjat eri liikideks pidada ja Euroopa vetes elavad angerjad pärinevad Põhja-Ameerika magevetest Sargasso mere kudema siirdunud angerjatest. Osa angerja vastseid liigub siit Antillide hoovuse mõjul läände; nende arenemine on kiire ja neist kujunevad ameerika angerjad. Osa vastseid kandub An-

tillide hoovuse idaosa hoovuse mõjul itta; nende arenemine on madalama temperatuuri ja zooplanktoni vähesuse tõttu aeglasem ja nad kanduvad Euroopa ranniku vetesse alles kolmandal suvel.

Osa merekalu rändab kudemise ajaks avamerepiirkonnast kal-dapiirkondadesse või vastupidi. Niisugusteks kaladeks on näit. ookeaniheeringad, tursad, kilttursk jne. Atlandi ookeaniheeringa "elupaigaks" on Farreri saared ja Teravnägede piirkonna veed. Talve lõpul hakkavad nad siit Norra ranniku poole liikuma ja siin, fjordides, toimub kudemine. Pärast kudemist liiguvad heeringad taas avamere poole: loodesse, läände ja edelasse.

11. Ontogeneetilisest arenemisest.

Kõhrluuste munarakud (munad) on oligoletsitaalsed, täisluuste omad mesoletsitaalsed (sisaldavad keskmisel määral toit-aineid), teleostide munad - polületsitaalsed.

Vastavalt sellele lõigustuvad kõhrluuste munad totaalselt, täisluuste munad lõigustuvad vaevalt täies ulatuses ja teleostide munad lõigustuvad partsiaalselt ning diskoidaalselt.

Teleostide lõigustunud sügoodi blastomeerid eralduvad rebust väga teravalt, istudes temal suure mütsikeselaadse lootekilbikese kujul. Gastrulatsioon toimub epiboolia teel: lootekilbikese rakud hakkavad rebumassile peale (ümber) kasvama. Lootekilbikese ühes otsas tekib paksumus: blastodiski (lootekilbikese) paksenenud serv pöördub sisse (invaginatsioon), kuid esmastist soolтору (gastrotsöoli) seejuures ei teki. Selles piirkonnas hakkab kujunema loode paksenenud ja segmenteeritud väddi kujul. Vahepeal on lootekilbikese rakud ümber rebu kasvanud ja rebu on seega muutunud loote rebukotiks. Närvisüsteemi ja mesodermi arengut iseloomustab teleostidel õõnte esialgne puudumine; need tekivad hiljem. Loote eesosas algab pea, silmade, kuulmekihnu ja lõpuspilude, tagaosas - saba eraldumine. Samal ajal käib kiire ülesehitus loote sisemuses. Tekib süda ja vere-soonestik, tekivad lihaste sugemed, tekivad uimed. Loodde hakkab munakestadest liigutama ja peagi "tuleb ta neist välja" - toimub koorumine. Ahvenal näiteks toimub see umbes 10. arengupäeval.

Luukalade vastne erineb täiskasvanust oma kujult ja mõnede välistunnuste poolest. Ta kannab suurt rebukotti ja toitub selle toitainete arvel, tema paaritu uim on liigendamata jne. Mõnede kalade vastne erineb täiskasvanust õige tugevasti. Nii-sugune vastne tekib näiteks angerjal; see on kõrge, külgedelt komprimeeritud, läbipaistva kehaga, suurte silmadega ja tema lõuad on eriliste vastsehammastega varustatud. Angerja vastse erinevus täiskasvanust on niivõrd suur, et teda peeti kaua aega eri perekonnaks (Leptocéphalus). Väga omapärane on ka näiteks küttkala (Lóphius piscatórius) vastne: ta elab pelaagiliselt, toitub planktonist ja on varustatud laiade võsunditega, mis aitavad tal vees hõljuda. Hulkuimsete ja vaaphaugide vastsed on varustatud välisõpustega.

Kalade vastsete ja maimude arenemisel tuleb eritleda kuju muutumist ja massi juurdekasvu ehk kasvamist sõna kitsamas mõttes. Tavaliselt käivad need nähtused käsikäes, kuid mitte alati. Angerja vastse moondumisel näiteks toimuvad suured muutused keha kujus, kuid keha mass väheneb.

Kalade postembrüonaalne areng, eeskätt kasvamine oleneb suurel määral toitumistingimustest ega ole seega ühtlane. Talvel näit. kasvavad kalad väga vähe, suvel rohkesti. Soodsates toitumistingimustes, soodsal hapniku- ja temperatuurirežiimil kasvavad kalad kiiresti. Millised need tingimused eri aastatel on olnud, seda on võimalik kala soomuste aastarõngastel "välja lugeda", ja et massi juurdekasv on võrdeline aastaringi laiusega, siis võidakse viimase kaudu välja arvutada kala mõõtmised eelmiste aastate kohta.

Kalad elavad üldiselt kaunis vanaks. Beluuga näit. elab umbes 120 aastat, ahven 28 aastat (Rootsis), tursk ja latikas üle 20 aasta jne.

12. Kalade ökoloogiast.

Kalade normaalseks miljööks on vesi. Selle eri aladel on aga nii füüsilis-keemilised kui ka biotilised elutingimused väga erinevad ja neid tuleb kalade kui organismide elu mõistmisel arvesse võtta.

Kalade miljöö põhilisteks füüsikalise-keemilisteks teguriteks, mis suurt mõju avaldavad kalade elule, on vee liikuvus, soolsus, temperatuur, hapnik ja rõhk.

Vee liikuvus mõjustab kõigepealt teiste füüsikalise-keemiliste tegurite iseloomu. Liikuvast vees on enam hapnikku kui seisvas vees, temas on temperatuuri erinevused väiksemad, vee soolsus ühtlasem. Et erisuguse liikuvusega veekogudes elavad eri kehakujuga kalad, on samuti üldiselt selge. Ei saa näit. kujutleda, et lest suudaks elada kiiresti voolavalt jõgedes ja löhi "tunnaks ennast kodus olevat" vaikselt veekogu põhjas.

Vee liikuvus mängib suurt osa ka kalade passiivsel liikumisel. Skandinaavia läänerrannikul munadest koorunud heeringamaimud näit. kanduvad Golfi hoovuse poolt kirdesse, piki rannikut kuni 1000 km kaugusele. Paljude lõhilaste maimud kooruvad suurte jõgede ülemjooksul ja kanduvad siit passiivselt merre.

Merehoovused viivad passiivselt kaasa rohkesti planktonit ja see omakorda mõjustab kalade toitumiskäitumist. Eriti rohkesti toitu (loomi) on külmade ja soojade veemasside kohtumiskohtades ja niisugused kohad "meelitavad" ligi suuri kalaparvi.

Tavaline magevee soolsus on suhteliselt väike ja niisugune vesi on enam-vähem "pehme". Kõige vähem sooli on turbasoode vetes. Ookeanide ja suurte merede vees on aga suhteliselt rohkesti sooli lahustunud (ümmarguselt 35°/oo) ja niisugused veed on "kõvad". Vähemates meredes on vesi magedam, meredes, kus auramine on suur, on vesi soolasem. Nii on näit. Balti mere vees umbes 7°/oo sooli, Punases meres aga kuni 45°/oo.

Iga kalaliik või kalarühm on oma ajaloolises minevikus kohastunud vee teatud sooluse määrale. Vastavalt sellele tehakse vahet mere- ja mageveekalade vahel. Mageveekalad võivad meredes (ja vastupidi) hukkuda suure osmootse rõhu erinevuse tõttu vee ja kala keha kudedes. Osa kalu rändab kudemise ajaks meredest jõgedesse või vastupidi. Niisugused siirdekalad on võimalised elu teatud ajajärgudel kohanema vee erinevale soolusele. See-

juures jäävad nad, enne kui mereveest magevette (või vastupidi) üle minna, mõneks ajaks jõe suudmepiirkonda (riimvette), et uue miljöõga "harjuda".

Ühed kalad taluvad suuremaid erinevusi vee sooluses, teised on vee sooluse muutumise vastu väga tundlikud. Esimeste hulka kuuluvad näit. ogalik, mõned Gobius'e liigid jne. Teistest tuleks nimetada mõnesid heeringlasi. Heeringasaak Rootsi edelarannikul näit. oleneb suurel määral rannavöötmel hüdroloogiilisest režiimist: heeringasaak on seni hea, kui vee soolus püsib 32-33°/oo piirides, ja lõpeb niipea, kui tuuled ajavad siia Atlandi ookeani veidi soolasemat (35-45°/oo) vett.

Vee temperatuur avaldab kalade elutegevusele, nagu seda varemgi on rõhutatud, väga suurt mõju. Kõrgema temperatuuri juures vajab kala enam toitu, enam hapnikku ja vastavalt sellele ta muutub vilkamaks, ta kasvamine kiireneb, ta maimud arenevad kiiremini jne.

Iga kalaliik on kohastunud siiski teatud kindlates temperatuuripiirides elama, samuti on igal liigil elutegevus kõige intensiivsem teatud optimaalsel temperatuuril. Forell näiteks lakkab toitumast 18° temperatuuri juures ega talu üle 20-30° temperatuuri. Karpkala ei toitu alla 8° ja üle 30° temperatuuris, tema sigimine ei saa toimuda alla 18°. Paljud troopilised kalad taluvad vabalt vee soojenemise kuni 31°C, mõned kalad elavad kuni 48° t° soojaveeallikates või isegi veel soojemates vetes. Teisest küljest, põhjapoolsete alade kalad võivad välja kannatada ka kõige külmemat veetemperatuuri.

Ühed kalad võivad taluda väga suuri temperatuuri kõikumisi (eurütermsed kalad), teised on väga tundlikud vee t° muutuste vastu, ei talu veetemperatuuri kõikumisi (stenotermised kalad). Esimeste hulka kuuluvad näit. paljud parasvöötme mageveekalad, nagu ahven, kiisk, haug, luts jne., samuti aga ka enamik kaldavööndi kalu. Teiste kalade hulka kuuluvad kõik polaarsed ja paljud troopilised vormid ning kõik süvikukalad.

Soojades veekogudes elamiseks kohastunud kalu (näit. säga-

lasi, enamik karplasi jne.) nimetatakse soojalambesteks, külma-
le veetemperatuurile kohastunud kalu (lõhilased, tursklased
jne.) - külmalambesteks.

Kalad on suutelised eritlema väga väikesi muutusi vee-
temperatuuris, milline võime mängib kaladel suurt osa vees
oriienteerumisel rännetel.

Mõned kalad on suutelised tugeva külma käes langema ana-
biootilisesse olekusse: nende elutegevus lakkab, nad muutuvad
gurnutaolisteks. Eriti "kuulsaks" ses suhtes on saanud dallia
(Dallia pectoralis) haugiliste seltsist. See kala elab Tsukot-
ka poolsaare ja Aljaska soistes veekogudes. Talviti külmub ta
koos veega, milles ta elab, jäädes anabiootilisesse olekusse
kogu pikaks polaartalveks ja elustub alles suve tulekul, kui
jääd sulavad. Kokri, ahvenaid ja vingerjaid on olnud võimalik
jää peal lasta ära külmuda (lume sees); kui niisugune külmuta-
mine ei vältä üle tunni ja kui kala kehatemperatuur ei lange
alla $-2 - -0,8^{\circ}$, siis ärkavad kalad aeglasel sulatamisel uues-
ti ellu.

Mõned mageveekalad (näit. nurg, latikas, koha, säga, vob-
la jne.) langevad madala t° juures ($4-6^{\circ}$) talveunne: nende elu-
tegevus vaibub, hingamine aeglustub 3-4 korda, südamelöökide
arv minutis langeb 30 pealt 2-ni. Niisugused kalad kogunevad
sügiseti sügavatesse paikadesse ja veedavad seal talve.

Mõnedel troopilistel kaladel (hulkuimel jt.) vastab talve-
unele suvekangestus ehk suveuni. Niisugune nähtus esineb siis,
kui veekogud ära kuivavad: kala poeb mutta, ehitab enda ümber
limast ning mudast voodri ning veedab selles ebasoodsa aasta-
aja. Suveuni võib esineda ka näit. vingerjal.

Vee hapnikku on kaladel vaja hingamiseks. Magevees on enam
hapnikku kui merevees, külmas vees enam kui soojas. Talviti,
kui vesi kattub jääga ja kui roheliste taimede elutegevus vai-
bub, võib kaladel hapnikust puudus tulla ja kalad võivad lām-
buda. Sellisel korral tulevad nad hingama jõesse raiutud auku-
de juurde, kust neid siis kerge on püüda. Mudastes veekogudes

on samuti vähe hapnikku, sest kõdunemisel tarvitatakse rohkesti hapnikku. Niisugused veekogud on kaladele ebasoodsad.

Ühed kalad on kohastunud vähesele hapniku hulga, teised vajavad rohkesti hapnikku. Esimeste kilda kuuluvad näit. koger, linask, särg, ahven, kiisk, teistest tuleks nimetada iherust, lepamaimu, trullingut, turba, rühti, ärni jne.

Vee rõhk suureneb sügavusega 1 atm. võrra iga 10 m kohta. Suurtes sügavustes elutsevad kalad peavad seega taluma väga kõrgeid veerõhke. Kuidas nad sellega toime tulevad? Süvikukalade keha on sisemises käsnja struktuuriga ja sisaldab rohkesti vett, mis on samasuguse rõhu all kui vesi väljaspool kala keha. Kui sellised kalad aga veepinnale tõsta, siis ei jõua nende siserõhk nii kiiresti järele anda ja kalad hukuvad, sisikondade ja silmade välja pöördudes. Sellest on ka ilmne, et kalad on ainult teatud rõhuamplituudile kohastunud ja väljaspool seda nad elada ei saa.

Biootillisteks teguriteks, mis kalade elus määravat osa mängivad, on teised loomad ja taimed.

Teised loomad on kaladele toiduks, toidukonkurentideks või vaenlasteks. Et kaugelt enamik kalu on loomtoidulised, siis mängivad teised loomad kalade elus toiduna määravat osa. Rõõvkalad toituvad seejuures suurematest, lepiskalad - väiksematest loomadest. Viimastest mängivad kalade toiduna peamist osa ainuraksed, väikesed vähid ja teised sellelaadsed tillukesed organismid, mis koos teatavasti moodustavad planktoni. Seega on kalade olenevus planktonist (zooplanktonist) väga suur.

Planktonist toituvad kõik kalade maimud ja noorkalad, paljud siiad, viidikas, paljud heeringad, sardiinid, kilu, hamsa jne. Sõõdud planktoni hulk on mõnikord väga suur: ühe siialiigi (Coregonus oxyrhynchus) maos näit. leiti 50 000 Bosmina (ühe väh-japerekonna) isendit.

Kalade vaenlasteks on peamiselt teised kalad (rõõvkalad). Kaladele peavad jahti ka mõned linnud (kajakad, kalakurg, kalakotkas jne.) ning mitmed imetajad (vaalad, saarvas, hülged jne.).

Toidukonkurentideks kaladele on need loomad (või kalad), kes toituvad samast toidust mis antud kaladki.

Vaenlaste vastu "võitlemiseks" ja vaenlaste eest hoidumiseks on kaladel välja kujunenud mitmesugused passiivsed kaitsevahendid: kaitsevärvus, mimikri, torkavad ogad, mürginäärmed, elektrilundid jne.

Taimtoidulisi kalu on vähe. Niisugusteks on näit. roosarg, osalt sasaan, kefaalid, Chondrostoma nasus jne.

Kui taimed toidu mõttes kalade elus mängivad väikest osa, siis ometi on kalade olenevus veetaimedest väga suur: taimed on kõikide veeloomade primaarseks toidubaasiks, nad rikastavad vett hapnikuga, nad on paljudele kaladele ka (eriti kudemise ajal) varjupaigaks.

Veeline eluruum jaguneb väga erinevateks elupaikadeks (biotoopideks), millest siin tõstaksime esile kõige olulisemaid.

Nii mageveekogudes kui ka meredes tuleb eritleda kalda- piirkonda ehk litoraali, kaldalähedast piirkonda ehk sublitoraali ja avaveepiirkonda ehk pelagiaali. Magevee pelagiaali kõige sügavamaid paiku tuntakse profundaali nime all, merede pelagiaalis eritletakse sügavveepiirkonda ehk batüaali ja süvikupiirkonda ehk abüssaali (üle 1500 m sügav). Igas nimetatud piirkonnas tuleb omakorda esile tõsta põhjapiirkonda ehk bentaali.

Kalade poolt kõige rikkalikumalt asustatud on litoraali ja sublitoraali. Siin on vees rikkalikult hapnikku, rikkalikult veetaimi ja vastavalt sellele ka rikkalikult loomi. Vesi on siin liikuv ja vee temperatuuri kõikumised suhteliselt suured. Siit leiavad kalad endale head kudemistingimused ja siin on nad ka hästi varjatud ning kaitstud. Kalavormide mitmekesisus on litoraalis ja sublitoraalis võrdlemisi suur.

Pelagiaalis esineb suhteliselt rohkesti planktonit. Peitekohad puuduvad.

Abüssaali iseloomustab pimedus ja veetaimede puudumine.

Kalade toiduks on siin orgaaniline deetritus ja plankton või teised suuremad organismid (kalad, vähid) ja kõrgemate veekih-tide organismid, kelle surnukehad vihmana langevad vee sügavus-tesse. Vee rõhk on suur, vee liikuvus ja temperatuuri kõikumis-sed seevastu väga väikesed.

Bentaali elutingimused on väga mitmesugused, eriti lito-raalis. Põhja reljeef on vahelduv nii kujult kui ka koostiselt (kivid, liiv, savi, muda jne.).

13. Kalade geograafilisest levikust.

Nii nagu kõikide loomade, nii oleneb ka luukalade geograa-filine levik ühest küljest neist välistegureist, mida nad oma eluks vajavad ja teisest küljest ajaloolistest teguritest - oma fülogeneetilisest minevikust ja neist muudatustest, mis mand-rid, mered ja ookeanid on minevikus läbi teinud. Igal liigil ja igal rühmal on seega välja kujunenud tema areaal, mille käsit-lamisel tuleb arvestada selle asukohta, suurust ja kuju. Liiki-de tekkimise seisukohalt on eriti tähtis esile tõsta autohtoon-seid liike, s.o. liike, mis praegu on levinud samas paigas, kus nad tekkisid, ja endeemilisi liike, s.o. kohapealseid pii-ratud areaalis levinud liike.

Mandrikalade geograafilise leviku kõige üldisemal vaatlu-sel selgub, et Euroopa, Siberi ja Põhja-Ameerika (arktogeas) ka-lafauna on märksa erinev Austraalia, Lõuna-Aasia, Aafrika ning Lõuna-Ameerika (neogeas) omast.

Arktogeas esinevad: kõhrluused (Chondrostei), täisluused (Amia ja Lepidosteus), heeringlased, lõhilased, karplased, haug-lased, ahvenlased, ogaliklased, luts, mõned võldase liigid jne. Seejuures on iseloomulik, et kaugelt enamikul vormidel (lõhi-lased, ahvenlased, hauglased jne.) on siin pidev ja suhteli-selt suur areaal. Niisugune pidevus on tingitud sellest, et vastavad maa-alad on alati moodustanud ühtliku terviku.

Neogeas on luukalade levikupilt märksa mitmekesisem ja see on põhiliselt tingitud muidugi sellest, et vastavad mand-

rid on väga isoleeritud ja ökoloogiliseltki väga erinevad. Kõigepealt väärrib märkimist, et siin on rohkesti geoloogiliselt vanu kalarühmi: hulkuimäed, haratsiinlased, hammaskeallased jne. Lisame juurde, et ka kõik praegused hooandkalad on siin levinud. Mõned kalarühmad on neogeas väga iseloomulikud, nagu: sigalased, hammaskarplased, lofobranhid, Galáxidae, kirevlased, ronikalalased (Anabántidae), kroomlased jne. Suure ajaloolise tähtsusega on nähtus, et rohkesti neogea vorme on katkendliku areaaliga. Nii esinevad näit. kirevlased Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Aafrikas ja Lõuna-Indias: Anabantidae - Aafrikas, Ees- ja Taga-Indias ning Malai arhipelaagil; haratsiinlased - Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas jne. Sellelaadsed faktid - neid kohtame hiljem ka kõrgemate selgroogsete juures - näitavad, et vastavad mandrid on kunagi olnud ühenduses või et vastavate loomade areaal on kunagi olnud hoopis laialdasem ja et praegused vormid osutuvad paleoendeemideks.

Meredes ja ookeanides on kalade elutingimused märksa ühtlasemad kui mageveekogudes ja leviku barjäärid on siin hoopis väiksemad kui magevetes. Sellest tuleneb, et merekalade areaalid on suuremad kui mageveekalade omad. Merekalade geograafilisel vaatllemisel ei saa, teisest küljest, lähtuda ainult geograafilisest asukohast, vaid siin tuleb arvestada ka vastavaid biotoope.

Arktilist litoraali iseloomustab vormide vähesus. Tuntu-maks selle ala vormiks on näit. merehärg (Myoxocephalus quadricornis).

Boreaalses litoraalis on vorme märksa rohkem. Iseloomulikudeks sugukondadeks on siin näit. merehärklased, merevarblasia-sed, limakalalased, tursklased, heeringlased, lestlased ja (vaidi lõunapool) mereahvenlased; esineb isegi lõunapoolseid vorme nagu: noolhauglased (Sphyráenidae), hobumakrelllased (Carangi-dae), mokkkalalased (Lábridae), merehobukesed jt. Ka tuleb tähendada, et Vaikse ookeani boreaalses regioonis on vormiderohkus suurem kui Atlandi ookeani omas.

Troopiliste merede litoraali kalafauna on väga vormirikas ja arvukas, kuid geograafilises mõttes siiski võrdlemisi ühtlane. Troopilised merekalad äratavad tähelepanu oma helendavate värvustega, läikivate katetega ja kehakujude veidrusega. Kõige iseloomulikumateks sugukondadeks on siin näit. mokkkalalased, kohverkalalased, ogaselglased (Balistidae), kerakalalised (Pleotognathi), harjashammaslased (Chaetodontidae).

Antarktilisel alal on rohkesti vorme, mis on ühised arktilise alaga: mitmed emakalalaste perekonnad, mereahven, Agonus jne. Viimased vormid võisid siia sattunud olla sügavate veevooluste kaudu. Antarktika autohtoonseks sugukonnaks on Nototheiidae.

Pelagiaali kalafauna on, nagu tähendatud, märksa vaesem kui litoraali oma. Nagu eelmise klassi käsitlemisel selgus, on siin rohkesti hailisi. Luukalade iseloomulikkudeks vormideks on näit. lendkala, tuun, makrell, mõõkkala, purikalad (Histiophorus), mõned merehobukese liigid jne.

Abüssaali kaladest nimetaksime helendsardellasi (Scopelidae) ja kurdrindlasi (Stenopterygiidae).

14. Sistemaatiline ülevaade.

Hulkuimsete e. käsiuimsete alamklass (Polýpteri s. Brachiopterygii).

Hulkuimsed ehk polüpteriid on oma nimetuse saanud sellest, et neil on rohkesti seljauimi, kusjuures igaüks neist on oma eesosas varustatud ogaja uimekiirega. Käsiuimseteks ehk brachiopterüügideks nimetatakse antud rühma kalu tänu sellele, et nende rinnauimed on oma alumikul väga kitsad, distaalsuunas aga laienevad ja on varustatud rohkete lihastega, meenutades seega kätt. (Meenutagem, milline on polüpteriite rinnauime toese ehitus!)

Hulkuimsete keha on kaetud paleoniskoidtüüpi ganoidsoomusega. Sabauim on nii sisemuses kui ka väliselt võrdhõlmne, mil-

list sabauime tüüpi nimetatakse difütserkseks. Hingats on veel olemas.

Toes on võrdlemisi tugevasti luustunud, seljakeelik redutseerub. Õlavõõtmes leiame peale sõgluu ka rangluu. Kurgupiirkonnas esinevad luulised gulaarplaadid.

Ujupõis meenutab kõigiti kopskalade kopse. (Meenutagem, milline oli hulkuimsete ujupõie ehitus, verevarustus jne.!) Sooltorus leiame keeritskurru, sooltoru lõpeb pärakuga. Südames esineb arteriooskuhik, kere tagaosas hakkab tekkima tagumine õõnesveen (nii nagu kopskaladelgi). Kõrskaladel esinevad munajuhad, kuigi need on lühikesed. Arenemine toimub moonde teel, vastsetel esinevad tugevad välislõpused.

Hulkuimsete asukoht süsteemis, s.o. nende geneetiline vahetavus teiste alamate luukaladega oli kaua aega vaieldav ja lõplikult "kindel" ei ole see praegugi. Selle põhjuseks on vastavate paleontoloogiliste andmete puudumine. Et hulkuimsete rinnauim välimuselt meenutab vihtuimsete (krossopterüüride) rinnauime, siis arvati neid kaua aega vihtuimsete kilda. Selle vaate kasuks kõneles ka asjaolu, et hulkuimsete ujupõie ehitus, sabauime difütserksus, tagumise õõnesveeni teke, välislõpused vastseil on tunnused, mis neid lähendavad kopskaladele, kes on väga lähedased vihtuimsetega. Nagu hiljem näeme, on vihtuimsete rinnauime toes aga käsiuimsete omast niivõrd erinev, et viimaseid esimestega süstemaatiliselt ühtekuuluvaks pidada ei saa.

Et hulkuimised on väga vanapärased (primitiivsed) luukalad, on selge. Ent kummad on primitiivsemad, kas hulkuimised või kõhrluused? Kuigi toese tugev luustumine, ganoidsoomused, gulaarplaadid lubaksid hulkuimseid asetada kõrgemale, kui seda on kõhrluused, tuleks neid teiste vanapäraste tunnuste alusel siiski asetada luukalade rühma etteotsa. Võimalik, et neid tuleks käsitleda hoopis eri klassina, nagu seda mõned teadlased teevadki.

Anatoomiliste tunnuste alusel tuleb väita, et hulkuimised on tekkinud väga ammu, kuigi, nagu kuulsime, fossiilidena neid

ei ole leitud. Teisest küljest väärrib tähelepanu, et ka retsent-seid hulkuimseid on haruldaselt vähe - kõigest kaks perekonda: hulkuim (Polýpterus) 13 liigiga, kellest kõige tuntumaks on Niluse hulkuim (Polýpterus bichir) ja kõrkjakala ühe liigiga, Calamoichthys ealabarius. Hulkuimed on maksimaalselt kuni 1,2 m pikad, kõrkjakala umbes 40 cm. Kõik need vormid elutsevad troopilise Aafrika mudase põhjaga jõgedes. Ujuvad võrdlemisi aeglaselt. Oise eluviisiga. Toituvad väiksematest kaladest, konnadest, vähkidest, putukatest jne.

Kõhrluuste alamklass (Chondrostei).

Nagu nägime, "võistlevad" kõhrluused kalad oma primitiivsusest hulkuimsetega. Välimuselt meenutavad nad isegi hailisi: nad on käävja haabitusega, pea all asetseva põikse suuavaga, nii et sellest ettepoole jääb nokis, nende saba on heterotserkne, nende paarilised uimed on horisontaalsed ja nad on võrdlemisi suured kalad. Mõnedel liikidel esineb hingats. Soomused on neil kaotsi läinud või esinevad ainult paiguti ja muundunud kujul. Kaugelt enamikul vormidel kulgeb piki keret 5 rida suuri lamedaid koonilisi luunaaste, mis kujutavad endast liitunud soomuseid. Sabauime ülaserval leiame rea erilaadseid ühest otsast harunenud, üksteist katusekivitaoliselt katvaid ganoidsoomuseid - fulkrumseid.

Kõhrluuste selgrootülidel puuduvad kehad, siin esinevad ainult kaared (koos interdorsaalidega ja -ventraalidega), mistõttu seljakeelik on väga hästi arenenud, ja ses suhtes on kõhrluused isegi madalamal arenguastmel kui kõhrkalad. Teisest küljest, nende teistes toeseosades esineb juba lisaks kõhrkoele ka luukudet. Kolju laes leiame rohkesti soomustest (sidekoest) tekkinud katteluid (millest nimetada tuleks kiiru-, lau- ba- ja ninaluid), kolju põhjas on suur lisakiilluu (parasfenoid) ja sahkluu. Viimane on paariline. Lõpuspilud on kaetud osaliselt luustunud lõpuskaanega. Kolju hüstüülne. Õlavõtme toeses leiame luulise sõlg- ja rangluu.

Sooltorus esineb keeritskurd. sooltoru lõpeb pärakuga. Si-
damel on arteriooskuhik. Paljudel on ujupõis. See saabub söögi-
toru eesmisesse ossa selle selgmisel küljel. Kopulatsiooniorga-
nid puuduvad, viljastus on väline.

Kõige vanemad kõhrluuste jäänused on leitud devoni lademe-
test. (Kes olid nende eellasteks?) Kõhrluused ei ole kunagi
olnud arvukad ja arvukad ei ole nad ka tänapäeval. Sellest on
ilmne, et neid tuleb pidada (nii nagu hulkuimseidki) arengu
"ebaõnnestunud sammuks".

Asukohalt on kõhrluused põhiliselt merekalad, kuid kude-
miseks nad rändavad jõgedesse. Mõned liigid - sterlet, kold-
tuur, kaluuga - elavad alaliselt jõgedes (ja järvedes).

Osa kõhrluuseid (näit. tuurad, sterlet) toitub putukate
vastsetest ja limustest, osa (näit. beluuga) kasutab toiduks
kalu - heeringlasi, voblat jne., samuti aga ka vähke ja limu-
seid.

Kaugelt enamik kõhrluuste liike (23 liiki) kuulub tuur-
laste (Acipenseridae) sugukonda. Need on võrdlemisi suured ka-
lad, luunaastudega kerel. Hambad puuduvad. Levinud Euraasia
ning Põhja-Ameerika merevetes ja suuremates jõgedes ning jär-
vedes. On suure majandusliku tähtsusega, tänu eeskätt oma "pu-
nasele lihale" ja mustale kaaviarile. Ujupõiest saadakse kala-
liimi. Suurimaks tuurlaste püügikohaks on Volga-Kaspia bassein.
Siin saadakse igal aastal 25 000 tonni tuurlasi. Musta mere-
Aasovi bassein annab igal aastal üle 1000 tonni tuurlasi ja Si-
beri jõed ligi 1700 tonni.

Lääne-tuur (Acipenser sturio), kuni 3 m pikk ja 200 kg ras-
ke, on levinud kogu Euroopa ja Põhja-Ameerika idaosas meredes.
Eestis on suurimaid eksemplare püütud Narva jões, väiksemaid
Balti mere rannikualadel. Toitub limustest, vähkidest, putuka-
te vastsetest, ussidest, aga ka väiksematest kaladest ja põhja-
mudast. Vene tuur (A. guldenstädti), üle 2 m pikk, on levinud
Musta, Aasovi ja Kaspia mere basseinis. Samas on levinud ka
sevrjuga (Acipenser stellatus). Musta ja Kaspia mere jõgedes

ning Põhja Dvinaas ja Obi jões on tavaliseks tuurlaseks sterlet (Acipenser ruthenus) - märksa väiksem kala kui eelmised. Suurimaks tuurlaseks (kuni 9 m pikk ja üle 1000 kg raske) on beluuga (Huso huso) - Kaspia, Musta ja Aasovi mere ning vastavate jõgede elanik. Suur röövkala. Beluuga lähim "sugulane" - kaluuga (Huso dauricus) - on levinud Amuuri basseinis. Sõr-Darja ning Amu-Darja basseinis elutsevad väga omapärase haabitusega väikesed ebalasntuura (Pseudoscaphirhynchus) liigid (3 liiki).

Põhja-Ameerika tuurlastest nimetaksime koldtuura (Acipenser fulvescens), üle 2 m pikk, Mississippi basseinis ja Suurjärvede vetes ja lasntuuri (Scaphirhynchus) Mississippi basseinist.

Luitstuurlaste (Polyodontidae) iseloomulikuks tunnuseks on lai ja mõlajas nokis. Luunaastud puuduvad, soomuseid on ainult sabauime ülahõlmal. Hambaid on rohkesti, kuid need on väikesed ja langevad kergesti välja. Ujupõis kärjelise sisepinnaga. Sellest sugukonnast on säilinud ainult kaks perekonda, mõlemad ühe liigiga. Luitstuur (Polyodon spathula) on levinud Põhja-Ameerika suurtes jõgedes ja järvedes. Toitub planktonist, mida ta püüab avatud suuga, mistõttu teda nimetatakse "elusaks planktonivõrguks". Teine luitstuurlaste perekond (liik) on levinud Hiinas.

Täisluuste alamklass (Holóstei).

Fülogeneetiliselt on täisluused, nagu teame, vahovormideks kõhrluuste ja pärisluukalade vahel.

Madalamate vormide tunnused hakkavad siin kaduma - nokis on redutseerunud, sabauim hakkab muutuma homotserkseks, hingats on kadunud või kinni kasvanud, osal vormidel on keeritskurd ja arteriooskoonus peaaegu kadunud, lõpuspiludevahelised vaheseinad jäävad väikesteks.

On tekkinud mitmeid kõrgematele kaladele omaseid tunnuseid. Nendest tuleks kõigepealt märkida toese tugevat luustumist:

kõhre on säilinud vaid üksikutes paikades, seljakeelik on tugevasti redutseerunud või puudub. Paariliste uimede toes lihtsustub: rinnauimes on rangluu ja basaalid kadunud, kõhuuimes puuduvad niihästi basaalid kui ka radiaalid. Väärrib märkimist, et sahkluu on siiski veel paariline. alalõualuus on säilinud rohkesti katteluid ja kolju kuklapiirkonnas ei ole ülakuklaluu veel tekkinud. Isaskalade sugulundid on alles "vanapärased": raiad on ühenduses neerudega ja seammerakud väljuvad läbi neerude, neerujuha kaudu. Emaskalade sugulundid seevastu hakka-
vad oma ehituselt lähenema teleostide omadele: Mülleri kanal on mandunud, selle asemele on tekkinud uus munajuha, mis muda-
kalal liibub vastu munasarja, vaaphaugidel aga on kujunenud munasarja "jätkuks" nii nagu teleostidelgi. Ujupõis funktsio-
neerib veel suurel määral kopsuna (milline on ta ehitus?) ja see võimaldab täisluustel elutseda ka mudastes ja hapnikuvaates veekogudes, kus nad vahetevahel tulevad veepinnale õhku neelama.

Vaaphaugiliste selts (Lepidosteiformes).

Vaaphaugilised on haugilaadse haabitusega: lõuad on pikenenud, selja- ning pärakuuim on nihkunud sabauime lähedusesse. Viimane on nõrgalt heterotserkne. Keha on kaetud rombiate lepidosteoidtüüpi ploidsoomustega. Uimede eesserval fulkrumid. Selgroolülide kehad on eest kumerad ja tagant lohus, nad on seega tagalohksed ehk opistotsoölsed, milline nähtus on ainulaadseks kaladel. Seetõttu on seljakeelik siin täiesti redutseerunud. Keeritskud ja arteriooskud on säilinud.

Vaaphaugiliste seltsist elab praegu üksainuke sugukond ühe perekonnaga, vaaphaugide (Lepidosteus) perekonnaga. Selle 3 liiki on levinud Põhja- ning Kesk-Ameerika ja Kuuba saare suuremates mageveekogudes, üks liik on levinud Lõuna-Aasias. Varematal aegadel oli vaaphaugide levila hoopis ulatuslikum ja pidev. Vaaphaugid on suured (2-3 m plkad) röövkalad. Kõige tuntumaks liigiks on juuvaaphaug (Lepidosteus osseus) Põhja-Ameerikast.

Mudakalaliste selts (Amiiformes).

Seljaüm väga pikk, sabuüm peaaegu homotserkne. Soomused õhukesed, vaaphaugide soomustega võrreldes on nad ganoinkihi peaaegu kaotanud, sarnanedes seega pärisluukalade soomustega. Fulkrumid puuduvad. Alalõua all leiame paaritu gulaarplaadi. Keeritskurd mandunud, arteriooskuhik redutseerunud ja selle asemele on tekkinud arterioossibul. (Milline on mudakala uju-põie verevarustus?)

Mudakalalised erinevad vaaphaugilistest seega tunduvalt, lähenedes pärisluukaladele. Seetõttu eraldatakse neid mõnede zooloogide poolt koguni iseseisvaks alamklassiks.

Mudakalalistest on säilinud üksainuke perekond ühe liigi-ga, mudakala (Amia calva). See on levinud Kesk- ja Põhja-Ameerika lõunaosa (kuni Suurjärvedeni) jõgedes ja järvede mudastes vetes. Põhiliselt röövkala, kuid toitub ka konnadest, vähkidest ja putukatest. Emaskalad kuni 60 cm pikad, isaskalad väiksemad. Viimased ehitavad kudemise ajaks pesa, hoiavad ja kaitsevad neis maime ning ujuvad hiljem mõnda aega maimudega kaasas.

Pärisluukalade alamklass (Teleostei).

Pärisluukalade ehk teleostide alamklassi kuulub kaugelt enamik luukalu. Fülogeneetiliselt moodustavad nad luukalade klassi kõige hilisema ja kõige progressiivsema rühma.

Vanapärased soomuse tüübid on siin lõplikult kadunud, nende asemele on tulnud õhukesed ja painduvad elasmoidsoomused. Sabuüm on muutunud homotserkseks. Hingats puudub. Lõpuspilud on kaetud tugevasti luustunud lõpuskaanega. Gulaarplaat puudub.

Toes on tugevasti luustunud. Teisest küljest tuleb märkida, et madalamate teleostide luukude sisaldab luurakke, kõrgemate (fülogeneetiliselt hilisemate) vormide luukude aga enam luurakke ei sisalda ja on oma struktuurilt seega regressiivselt arenenud. Koljus leiame esmakordselt ülakuklaluu; sahkluu on

muutunud paarituks. Alalõuas on üksikluude arv vähenenud kolmele (liigesluu, nurgaluu ja hammaalu). Rinnauimes on basaalid kadunud, radiaalsid kinnituvad õlavöötmele otseselt. Rangluu, nagu teame, kadus juba täisluustel.

Otsaju on nõrgalt arenenud, mis on siin teataval määral tagasiminekuks kõhrkaladega võrreldes. Keska nägemissagarad seevastu on suhteliselt väga suured.

Sooltoru pinna suurendamine toimub lukutiripikute kujunemise ja sooltoru pikenemise (käärdumise) teel. Keeritskurä puudub, sooltoru lõpeb pärakuga (kloaak puudub).

Lõpuspiludevahelised vaheseinad on täiel määral kadunud. (Kus istuvad lõpusliistikud? Mitu lõpust on teleostidel?) Ujupõis on kujunenud hüdrostaatiliselt aparaadiks.

Arteriooskuhi on redutseerunud, temast säilib ainult üks paar klappe. Teda "asendab" kõhuaordi laienenud algusosa - arterioosibul.

Gonaadid on tavaliselt paarilised ja paljudel seest õõnsad. Seemnejuha moodustab raia (niisa) jätku, munajuha - munasarja jätku.

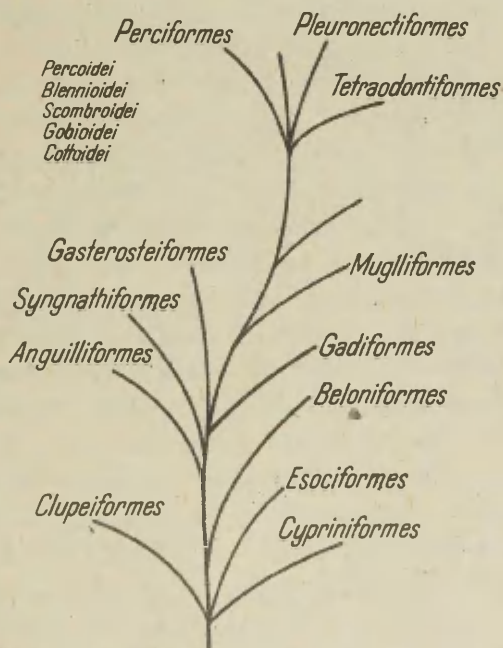
Vastavalt ajaloolise arengu iseloomule ja liigilisele rühkusele jaguneb teleostide alamklass rohketeks süstemaatilisteks rühmadeks. Akadeemik L.S.Bergi järgi võime teleostide alamklassis eritleda 40 seltsi.

Heeringaliste selts (Clupeiformes).

Heeringalisi tuleb pidada kõige primitiivsemateks pärisluukaladeks. Ka oma fülogeneetiliselt arengult on nad vanad vormid, olles seega kas otseselt või kaudselt teiste teleostide lähterühmaks. Vormiderikas ja mitmekesine rühm umbes 50 sugukonnaga. Uimekiired pehmed ja liigendatud. Soomus tsükloidne. Luukude sisaldab luurakke. Selgroolülide keha keskkoha läbib mulk. Koljus on võrdlemisi rohkesti kõhre, sahkluu on tavaliselt veel paariline. Kaarna- ja abaluu (primaarne õlavööde) hästi arenenud. Mõnedel liikidel on säilinud mandunud arteri-

ooskuhik. Ujupõis sooltoruga ühenduses (füso stoomne). Munaju-
had enamasti eraldi säilinud.

Heeringaliste üheks kõige vanapärasemaks rühmaks on ham-
maskeellaste (Osteoglossidae) sugukond. Selle sugukonna liigid
on võrdlemisi suured mageveekalad väga suurte ja õhukeste soo-
mustega. Keelel esinevad hambad. Väheliigiline reliktno sugu-
kond, levinud Austraalias, Indomalais, troopilises Aafrikas ja
Lõuna-Ameerikas. Kõige tuntumaks liigiks on arapaima (Arapái-
ma gigas), Brasíilia ja Guajaana jõgedest, üks suurimaid mage-
veekalu - ligi 4 m pikk. Maitsva lihaga.



Heeringaliste kõige liigirikkamaks (umbes 170 liiki), täht-
samaks ja tuntumaks sugukonnaks on heeringlased (Clupeidae).
Selle sugukonna liikidel on õhuke, kergesti mahalangev soomus.
Küljejoon kerel puudub, kuid peapiirkonnas on see selle-eest

väga tugevasti arenenud. Hambad tillukesed või nad puuduvad.

Kaugelt enamik heeringlasi elutseb troopilistes vetes. Kõige mitmekesisem on heeringlastefauna India ning Vaikse ookeani aladel, kus me leiame ka kõige enam fülogeneetiliselt vanu vorme.

Üle poole heeringlastest on merekalad, mageveeheeringlased elavad peamiselt Aafrikas. Peaaegu kõik heeringlased on peelaagilised vormid, elavad suurte parvedena koos ja toituvad peamiselt planktonist, osalt aga ka vähkidest, limustest, ussidest, mõned liigid isegi väiksematest kaladest.

Heeringlased osutuvad kõige suurema majandusliku tähtsusega kalarühmaks. 30-ndatel aastatel oli ülemaailmne heeringlaste väljapüük aastas üle 60 milj. tsentneri, s.o. umbes 37% kogu kalatoodangust, NSVL-is - 4,5 milj. tsentnerit.

Kõige tuntumaks heeringlaseks on ookeaniheeringas (Clúpea haréngus), põhjapoolkera merede vorm. Kudemise ajal võtab ette suuri rändeid. Vastavalt oma määratus suurele levilale moodustab mitmeid alamliike ja lokaalseid tõuge. Alamliikidest tuleks nimetada Atlandi ookeaniheeringat (C. haréngus haréngus), ida ookeaniheeringat (C. haréngus pallási) ja räime (C. haréngus membras). Viimane on Läänemere idaosa endeemiline vorm ja meil kalamajanduslikult ülekaalukalt tähtsaimaks kalaks. Teiseks kalamajanduslikult tähtsaks heeringlaseks meie vetes on kilu (Spráttus spráttus). Kaspia, Aasovi ja Musta mere alade endemiliseks vormiks on kaspialoosa (Caspialósa) perekond mitme liigiga, millest osa on mere-, osa siirdekalad. Esimestest nimetaksime näit. Kaspia kaspialoosat (Caspialósa cáspia), teistest Kessleri kaspialoosat (Caspialósa Késsleri). Teistest heeringlastest on väga suure kalamajandusliku tähtsusega Vaikse ja Atlandi ookeani vetes elutsevad sardiinid. Atlandi sardiini (Sardína pilchardus) levila ulatub ka Vahemerre.

Sardellilased (Engraulidae) on väikesevõitu kalad ja erinevad teistest heeringlastest eeskätt väga suure suuva ja ümmardunud kõhu poolest. Laialt levinud nii põhja- kui ka lõuna-

poolkera troopilistes ja parasvöötme vetes. Umbes 40 liiki. Sardell ehk hamsa (Engraulis encrasicolus), Atlandi ookeani kala, esineb ka NSV Liidu vetes. Suviti elutseb Aasovi ja Musta mere põhjapoolsetel aladel, talviti rändab lõunapoolle, sügavamatesse vetesse. Toitub planktonist. Esineb hiiglasuurel arvul ja on seega suure kalamajandusliku tähtsusega.

Enam kui sardellilased erinevad teistest heeringlastest lõhilased (Salmónidae). Nende soomus on väiksem ja kompaktsem kui heeringlastel; nende kerel on küljejoon olemas; nendel on tugevasti arenenud hambad; nende seljauimest tagapool asetseb toeseta pehme rasvauim; nende sooltorul on väga palju lukuti-ripikuid; mõnedel neist esinevad tillukesed eraldi munajuhad.

Haabitusest on lõhilased voolujoonelised ja seega kõigiti kohastunud suurteks ränneteks. Külmalambesed siirde- ja mageveekalad. Levinud seetõttu põhjapoolkera jõgedes ja merede rannikualadel. Toituvad põhiliselt teistest kaladest. Üle 40 liiki. Oma maitstva liha tõttu on suure majandusliku tähtsusega. Iga-aastane lõhilastepüük on kuni 10 milj. tsentnerit (6% kogu kalatoodangust). Munad kannatavad hästi transporti ja seetõttu kasvatatakse paljusid lõhilasi kunstlikult.

Euroopa vetes on selle sugukonna kõige tuntumaks liigiks lõhi (Salmo salar). Sügisel rändab meredest jõgedesse kudema, kusjuures ta rännakul isegi paisudest üle hüppab. Munad koetakse osakaupa. Emaskala kaevab selleks oma sabaga (või kõhuga) pika lohu liivasesse põhja ning koeb sinna osa mune, mis samas isaskala poolt viljastatakse. Pärast seda ajab emaskala muna-lohu oma sabaga kinni. Nüüd kaevatakse uus lohk jne. Meil püütakse lõhe Soome lahes ja suuremates Põhja-Eesti jõgedes.

Teistest meie vetes esinevatest lõhilastest tuleks nimetada iherust (Salmo trutta), forelli (Salmo trutta fario), räähbist (Coregonus albula), meresiiga (Coregonus lavaretus) ja peipsi siiga (Coregonus lavaretus maraenoides). Kõik need on Euroopa aladel levinud majandusliku tähtsusega kalad.

Kaug-Ida vetes on meil väga tuntud ja hinnatavateks lõhi-

lasteks gorbuse (Oncorhynchus gorbúscha) ja keta (Oncorhynchus keta).

Rohkesti heeringalisi on siirdunud elama suurtesse mere-sügavustesse. Vastavalt sellele on nende kehalaad väga omapära-ne. Tavaliselt on neil lai suuava, pikad hambad, mitmetel lii-kidel on teleskoopsilmad, helenduselundid jne. Mõnedel esine-vad käabusisased (kohastumine vähestele toidule). Tuntumateks perekondadeks on näit. Chauliodus, Argyropálecus, Malacósteus.

Karpkalaliste selts (Cypriniformes).

Karpkalaliste seltsi kuulub enamik mageveekalu. Fülogenee-tiliselt on nad samavõrra vanapärased nagu heeringalisedki. Nen-de koljus on võrdlemisi rohkesti kõhre, nende luukoes esinevad luurakud. Paljudel on rasvauim, milline tunnus lähendab neid lõhilastega. Keha on kaetud tsükloidsoomustega või on suletud luuplaatidest rüüsse või kannab ogasid. Enamikul karpkalalistal puuduvad lõuahambad (on hambutud). Niisugusel korral on neil aga neeluhambad hästi arenenud. Kõige omapärasemaks karpkala-liste tunnuseks on Weberi aparaat - kolmest isekeskis liiges-tunud luukestest koosnev "kett", mille tagumine luuke toetub ujupõie kinnisel otsale, eesmine aga on ühenduses sisekõr-vaga. Weberi aparaadi ülesandeks on ujupõie gaaside surve sig-naalide edasiantmine sisekõrva. Sooltorul lukutiripikud puudu-vad.

Esimesed karpkalalised ilmusid ülemkriidil. Eristusid võrd-lemisi varakult kaheks haruks: ühte haru jäävad haratsiinla-sed, elektriangerlased, karplased, vingerlased jt., teise - sägalased ja terve rida teisi sugukondi.

Haratsiinlased (Characidae) on kõige vanapärasemateks karpkalalisteks. Siia kuulub umbes 400-liigiline rühm Aafrika, eriti aga Kesk- ja Lõuna-Ameerika vorme. Ameerikas asendavad seal puuduvaid karplasi. Lõualuudel hambad. Tavaliselt esineb ka rasvauim. Väga mitmesuguse eluviisiga. Huntkala (Hydrocyon goliath) Aafrika jõgedes on suur (üle 1 m pikk) rõõvkala. Pi-raja (Serrasálmó piraya) Lõuna-Ameerika jõgedes on väga tuge-vate hammastega rõõvkala, kes tungib kallale suurematele loo-madele (kui need jõkke jooma või ujuma lähevad) ja isegi ini-

mesele, kiskudes neil kehast lihatükke välja.

Elektriangerlased (Electrophoridae) oma pikaks veninud kehaga meenutavad angerjaid. Hambad lõugadel olemas. Pärak kurgupiirkonnas, pärakuuim väga pikk, sabauim mandunud. Sugukonna kõige tuntumaks vormiks on elektriangerjas (Electrophorus electricus), Amasoonase ja Orinoko jõe basseinist, kuni 2 m pikk. Tema elektrilaeng võib maha lüüa isegi veiseid, kui need läbi jõe lähevad.

Karplased (Cyprinidae) on seltsi kõige iseloomulikumateks vormideks. Soomused tugevad ja suured. Suu tavaliselt ettenihutatav. Hambad lõugadel puuduvad. Neeluhambad hästi arenenud ja igal liigil eri kujuga. Magu puudub. Kaugelt enamik toitub zoobentosest. Siia kuulub üle 1000 liigi kalu. Väga laia levikuga: puuduvad ainult Lõuna-Ameerikas, Madagaskaril ja Austraalias. Paljud karplased on suure majandusliku tähtsusega.

Sugukonna liikidest nimetaksime kõigepealt karpkala ehk sasaani (Cyprinus carpio) ja kogre (Carassius carassius). Esimene neist on levinud Amuuri basseinis, Hiinas ja Kaspia, Musta ning Araali merre voolavates jõgedes. Läänepoolsematel aladel (ka meil) esineb kultuurkalana. Kogre on laialt levinud Euroopas ja Aasias. Kõige paremini kasvab järvedes, kuid võib, tänu oma suurele vastupidavusele ja vähehädalikkusele, elada igasugustes mageveekogudes. Toitub peamiselt mudast ja noorte taimede vartest. Mitmed kogre teisendid on tuntud akvaariumikaladena.

Meil on majanduslikult tähtsateks karplasteks veel (peale kogre) latikas (Abramis brama), vimb (Vimba vimba), linask (Tinca tinca), särg (Rutilus rutilus), roosärg (Scardinius erythrophthalmus), säinas (Leuciscus idus), viidikas (Alburnus lucidus) jt.

Särg on kõige levinenum kala Euroopa magevetes. Moodustab rohkesti alamliike. Kaspia meres tuntakse üht niisugust alamliiki vobla nime all.

Kõige liigirikkamaks karplaste perekonnaks on pardkalad (Barbus) (ligi 300 liigiga). Levinud Vana-Maailma parasvöötme ja troopilistel aladel. On ka NSV Liidu piirides suure majan-

dusliku tähtsusega.

Sigimisbioloogilist huvi pakub mõrukas (Rhódeus sericeus). See on väike kala, levinud Lääne-Euroopa magevetes ja Musta ning Kaspia mere basseinides ühest ning Amuuri jõe basseinis teisest küljest. Mõrukas koeb oma munad liistaklõpuseliste mantliõõnde (munade kaitse). Kudemine toimub selleks ajaks pikaks kasvanud toruja muneti abil.

Vingerlased (Cobitidae) on pikliku ja madala kehaga põhjakalad. Soomused väikesed, nahas peidus. Suu ümber 6-12 poiset. Ujupõie eesmine osa on suletud luukihnu. Levinud peamiselt Lõuna-Aasias. Meie vetes esineb sellest sugukonnast vingerjas ehk käunam (Misgurnus fossilis), hink (Cobitis taenia) ja trulling (Nemachilus barbatulus). Vingerjal on väga tugevasti arenenud soolehingamisvõime (sooltoru seintes on rikkalik verekapillaaride võrkmik). Seetõttu võib ta elutseda ka kraavides ja soodes. Ilmamuutumisel tuleb pealmistesse veekihtidesse.

Sägalased (Siluridae) on Euroopa ja Aasia mageveekalad. Keha on neil paljas (soomusteta) ja pehme. Suuava ümbruses poised. Lõuna- ja põhjapoolsetes osades on neid rohkem. Ulalõualuu mandunud, kiiruluu, side- ja alalõualuu puuduvad. Kõik sägalased on põhjavormid ja rõõvkalad.

Meil esineb sägalastest säga (Silurus glanis) (Emajões ja Narva jões). See on suur (isegi kuni 3 m pikk ja 200 kg raske) rõõvkala. Toitub peamiselt teistest kaladest, konnadest jne. Saagijahti peab öösiti. Munad koetakse "pessa", jõepõhja puhastatud ossa, mis taimejäätmatega ümbritsetakse. Pärast kudemist jääb isaskala pesa juurde seda kaitsma. Säga liha on rasvarikas ja maitsev. Kaspia basseinis püütakse igal aastal kuni 4 miljonit säga.

Sägade haru teiste sugukondade vormid on eramasti vähe- liikuvad, madalate ning seisvate veekogude põhjakalad troopilistel aladel. Nad äratavad tähelepanu mitmete bioloogiliste omaduste poolest.

Nende hulgas leiame rea vorme, kes kannavad hoolt oma

järglaste (löimetise) eest. Kohversääd (Callíchthys) ehitavad minade (ja maimude) kaitseks pesi ja kaitsevad neid. Arius, Galeichthys felis ja mitmete teiste Lõuna-Ameerika vormide isasloomad kannavad viljastatud munarakke suus, kus neist maimud kooruvad, lakates sel ajal toitumast. Aspredo laevis'e emaslooma kõhupiirkonna nahk muutub kudemise ajajärgul pakaks ja käänjaks; viljastatud munarakud pressitakse selle sisse, nii et see omandab mesilaskärje kuju. Noored maimud jäävad esialgu tillukeste veresponderikaste varrekeste varal emaorganismiga ühendusse.

Rohkesti vorme on varustatud lisa-hingamiselunditega (sooltorus või lõpuskoopas), mistõttu nad võivad veest välja tulla ja isegi suuremaid rännakuid ette võtta. Doras lythogaster - Brasíilia ja Guajaana soodes - ronib ära kuivavatest veekogudest välja ja, toetudes oma rinnauimede tugevatele ogadele, võib nagu sisalik kümnete km viisi ringi rännata, kuni ta leiab uue sobiva veekogu. Tavaliselt toimuvad niisugused ränded öösiti. Glárias anguilláris, Niiluse ülemjooksu piirkonnast, võtab samalaadseid rändeid ette veekogude ära kuivamise korral.

Üks rühm sägalaste sugulasi - elektrisägalased - on omandanud elektrielundid. Niiluse ja Lääne-Aafrika jõgedes on niisuguseks kalaks elektrisäga (Malapterurus eléctricus), keda kasutatakse terapeutilisteks otstarveteks.

Haugiliste selts (Esociformes).

Haugilised meenutavad mitmeti heeringalisi, kuid on üldiselt kohastunud teistest kaladest toitumisele (suurem suuava, tugevad hambad jne.). Uimekiired pehmed. Soomused väikesed (peale väheste erandite) ja tsükloidsed. Koljus puudub orbitosfenoid. Ujupõis sooltoruga ühenduses, lukutiripikud puuduvad. Levinud põhjapoolkera mageveekogudes ja väheses soolasisega merelahtedes.

Tuntumaks sugukonnaks on hauglased (Esocidae). Nende selja- ning pärakuuim on nihutatud tahapoole, millele vastavalt

kere on pikk. Lõuad lamendunud ja ulatuvad tugevasti ette. Laila levikuga kalad Euraasia ja Põhja-Ameerika parasvöötme vetes. 5 liiki. Haug (Esox lucius) on ablas röövkala. Toitub teistest kaladest, konnadest, veelindudest jne. Koeb varakevadel mada-las vees (üleujutatud luhtadel jne.). On paiguti suure majan-dusliku tähtsusega.

Tuulekalaliste selts (Beloniformes).

Tuulekalalised on pika sihvaka kehaga, tsükloidsoomustega kalad. Rinnauimed asetsevad kõrgel ja on paljudel väga tugevas-ti arenenud. Küljejoon madalal. Sooltoru sirge, lukutiripikud puuduvad. Ujupõis suletud. Luud rohekad. Enamuses troopiliste ja parasvöötme alade merekalad.

Tuulekalalaste (Belonidae) lõuad on peened ja pikalt väl-ja veninud. Suuava suur. Soomus väike. Tuulekala (Belone belone), kuni 90 cm pikk, on levinud Atlandi ookeani idarannikul, Balti meres, Valges ja Mustas meres. Toitub kaladest (eriti ogalikkudest), vähkidest ja putukatest. Võib veest välja söös-ta. Liha söödav.

Lendkalalased (Exocoetidae). Suhteliselt lühema kehaga kui tuulekalalased. Lõuad lühikesed, soomised võrdlemisi suu-red. Rinnauimed haruldaselt suured ja neid kasutatakse vee kohal lendamisel (liuglemisel). Sabauime alumine hõlm pikem kui ülemine. See mängib suurt osa veest õhkutõusmisel ja sei-leks vajaliku kiiruse saavutamisel. Võivad korraga kuni 800 m edasi lennata. Lendamine on lendkalalastel kujunenud kohastumu-sena vaenlaste eest põgenemisel. Lendkala (Exocoetes volitans) on levinud Vahemeres ja Atlandi ookeani aladel. Pääsukala (Cypselurus argo), Jaapani vetes, on praegustest lendkalalastest kõige suurem.

Angerjaliste selts (Anguilliformes).

Angerjalised on pika ja maolaadse kehaga kalad. Kõhuuimed puuduvad. Selja- ja pärakuuim liituvad nõrgalt arenenud saba-uimega. Uimekiired pehmed. Soomised tillukesed või puuduvad hoopis. Lõpusavad väikesed. Luukoes luurakud. Ujupõis (kui see olemas on) sooltoruga ühenduses. Angerjalised on pea kõik troop-iliste ja subtroopiliste merede kalad. Kõige enam esineb neid Vaikse ookeani ja Indo-Malai arhipelaagi vetes. Rohkesti anger-jalisi elutseb süvikutes. Mõned on parasiidid. 25 sugukonda.

Angerjaliste tuntumaks sugukonnaks on angerlased (Anguill-

lidae). Laia levilaga, puuduvad ainult Lõuna-Ameerika s. Euroopa rannikualadel - Valgest merest kuni Musta mereni- ja vastavates jõgedes elutseb Euroopa angerjas (Anguilla anguilla). See on põhjakala ja toitub vähkidest, ussidest, putukavastsetest, kalamaimudest jne. Toidujahti peab öösiti. Võib siis ka veest välja tulla ja niiskes rohus "roomata". Seda võib ta teha ka niiske või vihmase ilmaga: hingamine toimub tal sel puhul naha kaudu. Talvel uuristub mutta ega toitu. /Mis on teada suguküsete angerjate ("hõbeangerjate") rändest?/ Euroopa rannikualadele jõudnud maimud on esialgu mõne cm pikkused, tuletiku jämedused; rändavad nüüd jõgedesse ning järvedesse, kus nad 10-12 aasta jooksul üles kasvavad. Angerjad on tänu oma väärtuslikule lihale majanduslikult tähtsateks kaladeks.

Mureenlaste (Muraenidae) sugukonnast nimetaksime mureeni (Muraena helena). See elab Vahemeres, Atlandi ja India ookeani vetes sügavates paikades. Suur, värvirikas (üle 1 m pikk) suurte tugevate hammastega kala. Toitub vähkidest ja peajalgsetest. Selle liha osati hinnata juba varematel aegadel. Vanas Roomas kasvatati teda tiikides.

Mereangerlased (Congridae) ei ole oma arengus üldse seotud magevetega. Levinud Atlandi, India ja Vaikse ookeani vetes. Soomused puuduvad. Mereangerjas (Conger conger) elutseb Atlandi ookeanis ja Vahemeres, harva tuleb ka Musta merre. Suur rõõvkala (2-3 m pikk), tugevate hammastega. Liha vähem väärtuslik kui angerjate oma.

Tursaliste selts (Gadiformes).

Uimed pehmete ja liigendumata uimekiirtega. Seljauimi paljudel rühmadel mitu, kõhuuimed rinnauimede all või nende ees. Sabaüm difütserkne. Soomused õige väikesed, tsükloidsed. Sel-luu paaritu, tagakõrvaluu suur, eesmine selgroolülil liitub koljuga. Haistesibulad on kaugale ette nihkunud ja asetsevad nina-kihnude vastas. Orbito- ja baasisfenoid puudub. Ujupõis (kui see esineb) on suletud. Peamiselt merekalad, laialt levinud nii põhja- kui ka lõunapoolkeral. On väga suure majandusliku tähtsusega: 1936.-1937.aastal moodustas tursasaak kogu maailma ka-

lapüügist 14%.

Tursaliste tähtsamaks ja tuntumaks sugukonnaks on tursklased (Gadidae). Levinud peamiselt põhjapoolkeral. Umbes 120 liiki. Tursa (Gadus morhua) areaal langeb suuresti kokku heeringa leviku omaga. Moodustab mitmeid alamliike. Tursk on põhjakala, toitu otsides tõuseb aga ülemistesse veekihtidesse. Väga ablas röövkala, toitub peamiselt teistest kaladest (meil eeskätt räimedest). Sageli võtab ette suuri rändeid. Maimud toituvad planktonist ja lähevad sageli ujuvate meduuside kummiku alla varjule. Tursk on erakordselt suure majandusliku tähtsusega: tema kogupüük on teisel kohal peale heeringlaste. Eriti rohkesti püütakse turska Inglismaa ja Norra rannikul. Liha kasutatakse toiduks, maksast saadakse kalamaksaõli. Majanduslikult õige suure tähtsusega on ka kilbtursk ehk piksa (Melanogrammus aeglefinus) Atlandi ookeani rannikualal, Biskaia lahest kuni Barentsi mere ni ja Ameerika rannikuvetes. Toitub peamiselt bentosist. Koeb Norra rannikul, kuid osalt ka Murmani rannikul. Kõige põhjapoolsemaks tursklaseks on tsirkumpolaarse levikuga polaartursk (Boreogadus saida). Elutseb ainult alla +5°C temperatuuris. See on väikesevõitu pelaagiline kala ja on talvepüügi objektiks Barentsi ja Valge mere rannikualadel. On ühtlasi tähtsaks toiduobjektiks tursale, vaaladele, hüljestele, veelindudele jne.

Luts (Lota lota) on tursklastest ainuke, kes elab mageveekogudes, peamiselt selgeveelistes sügavates jõgedes ja järvedes. Saagijahti peab öösiti. Toitub põhjaloomadest ja kaladest ning kalakudust. Koeb talvel. Liha läheb meil peamiselt konserveks.

Liitlõualiste selts (Synnathiformes).

Liitlõualiste lõua- ja sälguluud on tugevasti pikenenud ja moodustavad toruja koonu. Uimed tugevasti muundunud või osalt puuduvad. Ehtsad soomused puuduvad, nende asemel leiame nahas luuplaadikesi, luutükikesi jne. Küljeliioon puudub. Esimesed 3-6 selgroolüli liikumatult ühendatud või tugevasti muundunud. Roi-

ded puuduvad, nende aset täidavad pikad parapofüüsid. Hambad puuduvad. Ujupõis sulatud. Peale väheste erandite merekalad, levinud peamiselt troopilistes ja subtropiilistes vetes.

Seltsi kõige tuntumaks ja levinumaks sugukonnaks on merenõellased (Syngnathidae). Need on väikesed, pika ja peenike-se ning ümmardunud kehaga kalad. Lõpusliistikud lühikesed (mardunud) ja kimpudeks koondunud, lõpusavad väikesed. Keha on kaetud luurõngastega. Elutsevad tavaliselt rannikupiirkonnas ja äratavad tähelepanu ümbruskonna esemetele "järelaimamise" ehk mimikri poolest: nad sarnanevad oma kehakujult, värvuselt ja keha seisakult meretaimedega. Isaskaladel esineb kõhu all või saba kõhupoolel haudetasku, millesse emaskala koeb oma munad ja milles munad arenevad maimudeks. Arenemise ajal saavad maimud hingamiseks hapnikku isaslooma haudetasku limaskestast veresoontest.

Euroopa rannikualadel, Vahemeres ja Mustas meres on tuntud merenõellaseks merenõel (Syngnathus typhle) ja madunõel (Nérophis ophidion). Esinevad ka meie vetes. Ujuvad püstiselt vetikate ja mererohu vahel, kus nad tänu oma rohekale värvusele ja kehakujule ning seisakule väga raskesti märgatavad on. Madunõel keerdub oma pika niitja saba varal vetikate ümber. Merenõela haudetasku asetseb isaslooma sabaksa kõhupoolel, madunõela emaskala koeb oma munad isaslooma nõrgalt kärgjale kõhunahale, mille servad üles kurdavad ja lahtise haudetasku moodustavad.

Mustas meres, Vahemeres ja Atlandi ookeani rannikualadel on õige tuntud merenõellaseks tavaline merehobuke (Hippocampus hippocampus). Ujub püstiselt. Pea on terava nurga all tahapoolle pööratud, kumbki silm liigub (pöördub) iseseisvalt, olenemata teisest. Saba on kujunenud haardsabaks ja selle abil hoiab ta kinni vetikatest. Haudetasku on kõhul. Paaritusajal mängivad ja tantsivad. Kõige selle tõttu on merehobuke üheks kõige armastatumaks akvaariumikalaks.

Ogalikuliste selts (Gasterosteiformes).

Ogalikulised on väikesed laia levikuga mere-, siirde- ja mageveekalad. Seljauime ees tugevad ogad. Tugev oga on ka kõhuuimede ees. Tüüpilisi soomuseid ei teki, nende asemel leiame keha külgedel rea liitunud luurlaate. Ujupõis sulatud.

Ogaliklaste (Gasterosteidae) sugukond on levinud põhja-poolkeral, ulatudes põhjas Gröönimaani ja Beringi väinani, lõunas Alzeeriani, Kesk-Aasia ja Kaliforniani. Massilise esinemise korral kahjulikud, hävitades väärtuslike kalade kudu ja maime. Meie vetes on sagedad ogalik (Gasterosteus aculeatus) ja luukarits (Pungitius pungitius). Ogalik väärrib tähelepantu oma pesaehitamise ja loimetise hooldamise poolest. Isaskalad valmistavad rõhust ümmargused kahe sissekäiguga pesad. Rohud kleebitakse neerudest ja sooltorust tuleva lima abil kokku. Nii-suguseesse pesa ajab isaskala nüüd järgimööda mitmed emaskalad kudema. Pärast munade seemendamist jääb ta paariks nädalaks pesa valvama ja hoiab seega maime. Esialgu hooldab isegi pesast lahkunud maime, hoides neid karjana koos. Ogalikude ja luukaritskite rasv on tänu karotiinide sisaldusele punast värvust ja seda kasutatakse haavadele (eriti põletishaavadele) määrimiseks kui valuvaigistavat ning granuleerivat vahendit.

Ahvenaliste selts (Perciformes).

Ahvenaliste selts on luukalade klassis kõige liigirikkamaks ja eristunumaks kalarühmaks: siia kuulub ligi 150 sugukonda, mis rühmitub enam kui 20 alamseeltsiks. Sellisele tohutu suurele vormiküllusele vaatamata on ahvenalistel rohkesti ühiseid jooni. Neil on tavaliselt kaks seljauime, millest eesmine on harilikult ogajate uimekiirtega. Ogajad on ka pärakuuime esimesed uimekiired. Kõhuuimed asetsevad rinnauimede kohal või isegi nende ees. Soomused on tavaliselt ktenoidsed, harvem tsikloidid. Hambad teravad. Mesetmoid paaritu, orbitosfenoid puudub. Luukoes puuduvad luurakud. Ujupõis tavaliselt sulatud (tsüklistne). Mere- ja mageveekalad, kusjuures viimased on levinud peamiselt troopika- ja ekvatoriaalaladel. On üldiselt väga suure majandusliku tähtsusega, eriti anvenlased, küürlased, makrellased ja tuunlased.

Pärisahvenaliste alamsgelts (Percoidei).

Ahvenlased (Percidae) on röövkalad ja on levinud peamiselt põhjapoolkera mageveekogudes. Hambad koonilised ja kinnituvad peale lõualuude veel mitmele teisele suuõõne luule. Ahven (Perca fluviatilis) esineb kogu Euroopa (välja arvatud Hispaania) ja Siberi (kuni Leena jõeni) jõgedes ja järvedes. Toitub kaladest, hävitab suurel hulgal noorkalu. NSV Liidus püütakse igal aastal umbes 8000 tonni ahvenat. Koha (Lucioperca lucioperca) on samuti laialt levinud magevee- ja riimveekala. Kaspia-Volga piirkondades püütakse igal aastal kuni 50 tuhat tonni koha. Meie vetes esineb ahvenlastest veel kiisk (Acerina cernua).

Küürlased (Sciaenidae) on laialt levinud pelaagilised merekalad troopilistes ja subtropiilistes vetes. Paljud neist on suutelised häälitsema arvatavasti oma suure ujupõie rikkalikude sopikeste varal. Kagu-Aasia kalurite juures on tavaks, et enne kui mõrda vette heita, paneb nende "vanem" pea vette ja kuulatab, kas kala on kohal. Küürlased on suure majandusliku tähtsusega. Hiinas üksi näit. püütakse igal aastal 700 tuhat tonni küürlasi. Atlandi ookeani küürlastest võiks nimetada suurt (kuni 2 m pikka) röövkala - kotkaskala (Sciaena aquila). NSV Liidu vetes (Mustas meres) on üheks tuntud küürlaseks näit. varfukala (Umbrina cirrhosa).

Kiviahvenlased (Serranidae) on (peale väheste erandite) samuti merekalad, kuid on levinud peamiselt troopiliste merede rannikualadel. Umbes 550 liiki. Mustas meres ja Vahemeres esinevad kiviahvenad (Serranus) väärivad tähelepanu kui alalised hermafrodiidid. Kaug-Idas, Hiina jõgedes ja Amuuri jões on tuntud kiviahvenlaseks hiinaahven (Siniperca chuatsi).

Kirevlased (Cichlidae) - enamuses väikesed mageveekalad - troopilistel aladel, Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas, äratavad tähelepanu oma imeilusa kireva värvusega. Pääaeu kõik selle sugukonna liigid hooldavad oma lõimetist: mõned kaevavad veekogu põhja augud ja hoiavad ning kaitsevad oma maimu; teised (näit.

Tilapia liigid) kannavad oma mine suus, kuhu ka hiljem maimid lähevad kaitset ja varju otsima jne. Ligi 400 liiki. Mõned on suure majandusliku tähtsusega. Niisuguseks kirevlaseks on näit. agege (Tilapia osculenta) Aafrika järvedest. Paljusid kirevlasti kasvatatakse akvaariumides.

Limakalaliste alamselts (Blennioidei).

Limakalalased (Blennioidae) on väikesed rülja kehaga mitmevärvilised litoraalkalad, levinud kõikides meredes. Köhuuimed mandunud, neist on säilinud vaid 2-3 uimakiirt. Nahk pehme ja paljas, tugevasti limane (kohastumine nahahingamiseks). Pea suur ja kohmakas. Ujupõis ja lukutiripikud puuduvad. Mustas meres ja Aadria meres on tuntud limakalalaseks limakala (Blennius gallerita). See toitub limustest ja vähkidest. Sageli ronib veest välja kaldale ja otsib endale niiskelt mererannalt toitu. Tugeva kohastumusega kahepaiksele eluviisile on tegemist kitskala (Rupiscartes saliens) juures. Kitskala on taimtoidualine kala ja elutseb Vaikse ookeani rannikualadel kaljuste kallaste veelotkudes. Võib veest väljas elada ja hüppab hädahoju korral sisaliku osavusega ühelt kivilt teisele.

Emakalalased (Zoarcidae) on pika kehaga kalad. Selja- ning sabauim liituvad ühiseks pikaks uimeks. Köhuuimed väikesed. Levinud Vaikse ja Atlandi ookeani arktilistes ja antarktilistes vetes. Umbes 60 liiki. Sugukonna tüüpilisemaks vormiks on emakala (Zoarces viviparus), kuni 40 cm pikk tavaline kala Barentsi meres ja Balti meres. Põhjakaala, toitub peamiselt limustest ja vähkidest. Sünnitab elusaid poegi. Liha söödav.

Makrelliliste alamselts (Scombroidei).

Selle alamseltsi keskseks sugukonnaks on makrellilased (Scombridae). Need on sihvaka käävja kehaga pelaagilised merekalad. Ujupõis (kui see esineb) väga suur, lukutiripikuid palju. Sugukonna spetsiifiliseks tunnuseks on rida tillukesi liisquimi selja- ning saba- ja saba- ning pärakuuime vahel. Levi-

nud peamiselt troopilistes ja subtroopilistes meredes. On suure majandusliku tähtsusega.

Sugukonna väga tuntud vormiks on makrell (Scomber scombrus), umbes 30-40 cm pikk, Euroopa ja Ameerika litoraalkala. Külmal aastaajal siirdub kaugemale merele, sageli isegi väga sügavale, suvel tuleb suurte parvedena kalda lähedusse, kus teda siis rohkesti püütakse. Tuleb juhuslikult ka meie vetesse. Uju põie puudumise tõttu saab ka vertikaalsuunas kiiresti oma asukohta muuta.

Mõõkkalalased (Xiphiidae) on oma nimetuse saanud sellest, et nende ülalõug on õige pikk, mõõkjas, teravate servadega ja vaheda tipuga. Hambad mandunud. Soomused puuduvad. Mõõkkala (Xiphias gladius) kasvab kuni 4 m pikkaks, on levinud soojades meredes, peamiselt Atlandi ookeani vetes, kust eksib ka meie vetesse. Oma mõõkja "sõjariista" tõttu võib see kala suure liikumise juures hädaohtlikuks saada ka väiksematele laevadele. Jaapani vetes on majandusliku tähtsusega.

Mudilaseliste alamselts (Gobioidei).

Mudilaselised on väikesed, peamiselt litoraallialadel elutsevad troopiliste ja osalt ka parasvöötme merede kalad (ligi 600 liiki). Seljauime ogajad uimekiired nõrgalt arenenud. Soomused väga väikesed või puuduvad. Küljejoon ja ujupõis tavaliselt puuduvad. Paljud mudilaselised hooldavad oma lõimetist, sageli esineb suguline dimorfism. Rida vorme võib kaua aega veest väljas elada. Mõned mudilaselised on majanduslikult tähtsad.

Mudilaslaste (Gobiidae) sugukonda iseloomustavad iminapaks liitunud kõhuuimed. Iminapale tuleb siin vaadata kui kohastumusele mere kaldapiirkonnas (litoraalne) kividest kinnihoidmiseks tõusu ja mõõna ajal tekkiva veelikumise puhul. Enamik mudilaslast on väheliikuvad vormid. Isased on tavaliselt suuremad ja eredama värvusega kui emased. Munad koetakse veekogu põhja. Enamiku vormide juures kaevavad isaskalad munade jaoks augud või

pesad ja hoiavad (kaitsevad) maimu. Esinevad massiliselt ja on seetõttu looduse majanduses küllalt suure tähtsusega, olles tootmisahelikus vahetormideks bentose ja suuremate töõnduslikkude kalade vahel. Paiguti ka küllalt suure otseste majandusliku tähtsusega.

Meie fauna mudilaslastest võiks nimetada mustamudilast (Gobi
bius niger) ja väikemudilast (Potamoschistus minutus). Aasovi, Musta ja Kaspia mere vetes osutub tähtsaks püügikalaks Isa-
mudilane (Neogobius melanostomus). Sellesse sugukonda kuuluvad ka kõige väiksemad kalad (ja üldse selgroogsed) - Misthichthys
luzonensis (12-14 mm pikk) ja Pandaka pygmaea (7,5-11,5 mm pikk), Filipiinide vetest. Vaatamata oma väiksusele osutub esimene neist tähtsaks töõnduslikuks kalaks.

Mudahüpiklaste (Periophthalmidae) sugukonna mudilaseliste juures on meil tegemist väga omapärase kohastumustega amfiib-
sele eluviisile. Nimetatud kalad on levinud peamiselt India ookeani rannikualadel, kus nad elutsevad jõesuudmete ja madala ning mudase veega aladel. Toidu hankimiseks, peamiselt putukate püüdmiseks tulevad veest välja ning hüppavad seal ringi oma käpataoliste rinnauimede ja sabauime varal. Võivad ronida ka puudele, eriti manglipuu kõrgetele juurtele. Lõpusavad on väikesed ja maal olles pigistatakse need tihedasti kinni, nii et lõpused ära ei kuivaks. Hingamine toimub nüüd peaaesjalikult lõpuskoobaste veresoenterikka limaskestast kaudu. Silmad istuvad pikkadel tagasitõõmmatavatel "jalgal", nii et nende abil on võimalik igas suunas näha. Kõige tuntumaks mudahüpiklasteks on mudahüpik (Periophthalmus koelreuteri), 15 cm pikkune kala.

Merehärjaliste alamselts (Cottoidei).

Merehärjalised on kergesti äratuntavad nende pea ehituse järgi: teine infraorbitaal kasvab tahapoole, eeskaaneluu suunas välja, kattes mõnikord kogu põsepiirkonna. Ka teised pea luud ja soomused on sageli varustatud ogadega ning naastudega ("maskiga"). Ogajad uimekiired tugevasti arenenud.

Peamiselt merekalad. eeskätt troopilistes vetes. 20 sugukonda. Tekkinud pärisahvenalistest, on nad eristunud väga mitmes suunas. Bentaali siirdunud vormid muutusid väheliikuvaks ja vastavalt sellele on nende pea suur ja suuava suurenenud, samuti on paljud neist kaotanud soomused (hingamise hõlbustamiseks). Pelaagilised vormid on kaotanud oma "maski". Litoraali-vormidest on paljud omandanud iminapad jne. Tänu oma massilisele esinemisele, liigirohkusele ja väga laiale levikule mängivad merehärjalised suurt osa looduse majanduses. Paljud vormid on ühtlasi suure majandusliku tähtsusega inimese alus.

Kõige tüüpilisemaks ja majanduslikult tähtsamaks merehärjaliste sugukonnaks on skorpeenlased (Scorpenidae). Nende ogajate uimekiirte alumikul on mürginäärmed (enesekaitse). Umbes 250 liiki. Mereahven (Sebastes marinus) - majanduslikult väga tähtis kala - on levinud Atlandi ookeanis, kust ta siirdub ka Põhja-Jäämerre kuni Novaja Zemljani. Elutseb 200-300 m sügavuses, toitub tillukestest vähekidest ja kaladest. Sünnitab alusaid poegi. Mustas meres ja Vahemeres on tuntud merehärjaliseks merekiisk (Scorpaena scrofa). Tema eesmise seljajuime ja kõhu- ning pärakuuime ogade torked on väga valusad (mürginäärmed). Elutseb litoraalis, kivide vahel.

Merehärglased (Cottidae) on alamseltsi kõige liigirikkamaks sugukonnaks. Pea suur, luuogadega ja naastudega. Karakterised põhjamerede kalad, vähem osa on levinud ka lõunapoolsetel aladel. Elutsevad litoraali põhjaaladel. Mõned liigid on siirdunud magevette. Meie fauna liikidest on tavalisemad merehärj (Mycoxcephalus quadricornis) ja nolgus (Cottus gobio).

Väga omapärasteks merehärjalisteks on merevarblaslased ehk ketasüümlased (Cyclopteridae). Keha kõrge ning jäme, kaetud pehme ja paksa nahaga. Kõhuuimed liitunud ja laiaks ning lamedaks iminapaks muundunud. Merevarblaslased on enamikus litoraali põhjakalad ja iminapad on neil siin kividele kinnitumise vahendiks. Merevarblane (Cyclopterus lumpus) - väheliikuv kohmakas kala - on levinud Atlandi ookeani mõlemal rannikul, Balti ja

Barentsi meres. Toitub peamiselt vähkidest. Hoiab (hooldab) oma maimusid.

Lestaliste selts (Pleuronectiformes).

Lestalistel on vastavalt oma põhjalisele eluviisile lamendunud ja ebasümmeetrilise kehaga kalad. Selja- ning pärakuuim pikk ja pehmete uimekiirtega. Silmad on nihkunud ühele küljale. Elutsevad liivasel põhjal, ühe küljega allapoole. Alakülg valkjas, ülakülg värviline (enesekaitse), kusjuures loomad võivad oma värvust kiiresti muuta vastavalt ümbruskonna värvusele. Vastsed on pelaagilise eluviisiga ja sümmeetrilise kehaehitusega. Asümmeetria tekib hiljem ja arenemisel läheb ka ujupõis kaotsi.

Lestalistel toituvad peamiselt limustest, vähkidest, ussidest ja okasmahketest. Kõige rikkalikumalt on lestaliste fauna esindatud Valkse ookeani ekvatoriaalsetes ja troopilistes vetes. Peale väheste erandite on lestalistel merikalad. Tänu oma maitsvale lihale on neil suur majanduslik tähtsus, NSV Liidu alal eriti Murmani rannikul ja Kaug-Idas.

Seltsi kõige tuntumaks sugukonnaks on lestlased (Pleuronectidae). Kõhuuimed sümmeetrilised, silmad tavaliselt paremal küljel. Meie vetes on selle sugukonna kõige tähtsamaks liigiks lest (Pleuronectes flesus). See on levinud kogu Euroopa ranniku vetes, alates Mustast merest ja lõpetades Valge merega. Siirdub ka jõgedesse.

Romblastid (Böthidae) sugukonna vormidel on kõhuuimed ebasümmeetrilised ja silmad asetsevad tavaliselt vasakul küljel. Kõige enam tuntud romblasteks on kivikammeljas (Rhombus maximus) ja silekammeljas (Rhombus rhombus). Kammeljad toituvad peamiselt väiksematest kaladest. Kivikammeljas, kes vähesel arvul esineb ka meie vetes, on levinud Lääne-Euroopa rannikualadel, Vahemerest kuni Põhjamereni.

Kerakalaliste selts (Tetrodontiformes).

Kerakalaliste keha on tavaliselt lühike ja suuava väike. Uimekiired nehmed. Keha on kaetud omapärase luulise toesega, mis koosneb plaatidest, ogadest või luutükikesist. Ülalõualuud ja sälguluud liituvad lühikeseks teravaks "nokaks". Hambad liituvad lõualuudele ja on peiteljad. Toes nõrgalt luustunud. Uju-põis suletud või puudub. Üks osa maost on eraldunud; niisugusesse maokotti võivad loomad võtta vett või õhku ja vastavalt sellele oma erikaalu vähendada.

Toituvad limustest ja krabidest. Levinud peamiselt troopilistes meredes.

Kohverkalaste (Ostracionidae) sugukond on oma nimetuse saanud sellest, et selle sugukonna kalade keha on kolme- või neljakandilise kohvri laadi ja on liikumatult suletud hulknurksetest luuplaatidest koosnevasse rüüsse, kusjuures ainult lõuad, uimed ja saba jäävad vabaks. Nelisarv-kohverkala (Ostracion quadricornis) on levinud Atlandi ookeani troopilistes vetes.

Kerakalaste (Tetrodontidae) ja siilikkalaste (Diodontidae) keha on kaetud soomustega, mille välimised osad on muundunud pikkaeks tugevateks ogadeks või on kaetud luutükikestega. Võivad oma maokoti, mao kõhtmise sopise õhku täis tõmmata ja tõusevad siis veepinnale. Hädaoht möödunud, puhuvad õhu suure kohinaga taas välja. Mürgised. Kerakalaste hulka kuuluvad kõige mürgisemad kalad. Mõnede kerakalaste sapiga mürgistasid kohalikud elanikud omal ajal nooli. Kerakalad (Tetrodon) on levinud Aasias Havi saartest kuni Indiani ja elutsevad väikeses merelahtedes ja jõesuudmete läheduses. Siilikkalad (Diodon) on levinud kõikides soojades meredes.

Kuukalalased (Molidae) äratavad tähelepanu oma keha kujult: see näib olevat tagant nagu pooleks lõigatud. Kuukala (Mola mola) esineb sporaadiliselt kõikides troopilistes ja osalt ka parasvöötme meredes. Võib kasvada väga suureks (üle 700 kg raskeks).

15. Luukalade looduslikust ja majandus- likust tähtsusest.

Kalade tähtsus looduse majanduses seisneb selles, et nad on erakordselt oluliseks vahetülaks selle kolossaalse energia ümbertöötamisel, mida koguvad veetaimed - "roheline ollus" peamine mass.

Taimsed planktonorganismid, vetikad ja nende laguproduktid (Zostera varud üksi arvatakse olevat 24 miljonit tonni) on toiduks alamatele loomadele, peamiselt aerjalalistele vähkiidele. Madalamatest loomadest omakorda toituvad kalad ja viimaste kaudu satub vastav orgaanilise aine mass kõrgemasse loomadesse ja inimesesse.

Kuivõrd suurt osa mängivad kalad kui toiduvarud, nähtub sellest, et igal aastal paisatakse maailmaturule kuni 17 miljonit tonni kalaliha. See on lihahulk, mis vastab ümarguselt 120 miljoni pealisele veisekarjale. NSV Liidus langeb 14% kogu toiduks tarvitavatest loomsetest produktidest kaladele. 1910.a. püüti Venemaal 1323 miljonit kg kalu, kuid tarvidus kala järele oli nii suur, et rohkesti kalu veeti veel sisse (ümarguselt 33 miljoni rubla eest aastas).

NSV Liidu vetes elab umbes 1000 kalaliiki ja nendest on kaubandusliku majandusliku tähtsusega umbes 300 liiki. Peamisteks püügikaladeks on siin heeringlased (missugused liigid?), kes moodustavad meie kalapüügist umbes 15%. Esimesel kohal heeringlaste püügi poolest on siin Kaspia meri, kus heeringlaste osatähtsus püügis on umbes 50%.

Teisele kohale heeringlaste järel tulevad lõhilased, eeskätt Kaug-Ida liigid (missugused?). Küllalt suur osatähtsus on siin ka siigadel.

Kolmanda koha pärivad karplased: karpkala, latikas, vobla jne. Voblat püütakse peamiselt Kaspia mere põhjapoolsetes osades, karpkala ja latikat Aasovi, Kaspia ning Araali mere basseinis.

Suure majandusliku tähtsusega on ka koha. Seda püütakse peamiselt Volga, Doni ja Uraali jõe alamjooksul.

Merekaladest - peale heeringlaste - on suure tähtsusega ka tursad ja lestalised. Neid püütakse põhjapoolsetes vetes ja Kaug-Idas, lestalisi ka Mustas meres.

Erikoht oma majandusliku tähtsuse poolest on tuurlastel. Nende kogupüük ei ole osatähtsusest küll suur, kuid oma liha ja marja väärtuselt tulevad nad kogu kalatoodangus esikohale. Et Põhja-Ameerikas on tuurlaste varud rõõvpüügi tõttu väga suuresti langenud, siis on NSV Liit selle kalarühma produktide toodangu alal monopolistiseerimise kohal. Tuurlasi püütakse siin peamiselt Kaspia merest.

Kui vaadelda kalapüüki NSV Liidus regioonide kaupa, siis saame järgmise pildi.

Esimesele kohale tuleb Volga-Kaspia regioon - Kaspia meri ja siia voolavad jõed. See regioon annab Liidu kalapüügist umbes 35%. Peamisteks püügiobjektideks on siin heeringlased, vobla, koha, latikas, karpkala (sasaan) ja tuurlased (sevrjuuga, baluuga jt.).

Teisele kohale tuleb Kaug-Ida regioon - Kamtsatka, Ohhoota ja Jaapani mere rannikualad ning vastavaid jõed. See regioon annab umbes 20% kogu Liidu kalatoodangust. Püütakse peamiselt lõhilasi, heeringlasi, lestlasi, tursklasi jt.

Kolmanda koha pärib põhja regioon (umbes 20% toodangust). Põhilisteks püügiobjektideks on siin mitmed tursad, heeringad, lestad, lõhi, piksa jne.

Edasi tuleks nimetada Aasovi-Musta mere regioon, mis annab 17% püügist. Püütakse peamiselt koha, latikat, karpkala, heeringaid, tuurlasi, lesta, makrelli.

Mitmeid hinnalisi kalu on NSV Liidus ümber asustatud uutesse veakogudesse: kefaali - Kaspia merre, siigu ja rääbissid - Uraali järvedesse, peledit (Coregonus peled) Balti vabariikide järvedesse jne.

Hinnaliste kalade varude kindlustamiseks ja suurendamiseks

töötavad NSV Liidus mitmed suured kalavabrikud-haudejaamad. Nendest tulaks eeskätt nimetada Volhovi ja Ufa oma. Eesti NSV-s on kalahaudejaamad näit. Sindis, Äksis jm. Forelle kasvatatakse Pölulas.

Rohkesti kalu, eriti kiiresti kasvavaid karpkalu, kasvatatakse tiikides, kolhooside majandites jne.

Kõikide suuremate kalapüügipiirkondade juures töötavad teaduslikud asutused vastavate kalade bioloogia tundmaõppimiseks ja kalapüügi igakülgseks ratsionaliseerimiseks.

NSV Liit on teerajajaks ka ookeanikalanduses.

HOAANKALADE KLASS (CHOANICHTHYES).

1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine.

Hoaankalade klassi kuuluvad kopskalad ja vihtuimsed kalad. Esimese rühma moodustavad neotseratodus (Austraaliast), protopterused (Aafrikast) ja lepidosiiren (Lõuna-Ameerikast), teise rühma kuulub üksainuke liik - latimeeria, ja seegi avastati esmakordselt alles 1938.aastal Lõuna-Aafrika kaguranniku läheduses India ookeanis.

Kopskalad on mageveekalad ja nad hingavad nii lõpustega kui ka kopsudega, millest nad ka oma nimetuse on saanud. Kopsudega hingatakse suviti veekogude ärakuivamise korral. Õhk pääseb seejuures kopsudesse suuõõne laes asetsevate sisesõõrmete ehk hoanide kaudu, mis ninaõõnt suuõõnega ühendavad. Latimeeria on merekala ja hingab ainult lõpustega. Paleontoloogilised andmed aga näitavad, et latimeeria eellastel olid suulaes hoaanid, nad elasid mageveekogudes ja pidid seega nii lõpustega kui ka kopsudega hingama. Hoaanide olemasolu ja vastavalt sellele ka hingamise omapära, samuti ka mitmed teised tunnused, eelkõige aga suur sarnasus minevikuvormide vahel ja ühine põlvnemine - kõik see lähendab kopskalu ja vihtuimseid kalu niivõrd, et neid tuleb pidada ühte ja samasse klassi - hoaankalade klassi kuuluvaks.

Tavaliselt arvatakse hoaukalad luukalade kilda, tänu sellele, et nende toes on osaliselt luustunud. Seejuures erinevad nad aga tüüpilistest luukaladest rea organisatsiooniliste tunnuste poolest, osalt isegi enam kui alamatest maismaaloomadest. Hoaukalad tulevad seega eraldada iseseisvaks kalade klassiks.

Seda õigustavad ka paleontoloogilised andmed. Hoaukalad ilmusid eluareenile samaaegselt luukaladega või isegi veidi varem - devoni algupoolal. Nad olid võrdlemisi suured madalate veekogude kalad, heterotserkse sabauimega, kahe seljauimega (erinevus paleoniskoididest), kosmoidsoomustega (vt. allpool!) ja rohkete kolju katteluudega. Ka olid nende rinnauimed väga omapärased: need olid tugeva lihasterikka ning jämeda "varrega" ja neid kasutati arvatavasti põhja mõõda "roomamiseks". Hoaukalad olid seega juba iidsetest aegadest peale luukaladest erinevad.

Samuti olid hoaukalad juba varakult eristunud kaheks rühmaks ja oma edaspidisel arengul süvenes see eristumine veelgi. Need rühmad olid vihtuimsed kalad ühelt ja kopskalad teiselt poolt. Kopskalad läksid üle toitumisele limustest ja vähkidest, millele vastavalt nende hambad liitusid luulisteks plaatideks. Nad jäid aeglasteks vormideks ja säilitasid kopsuhingamist. Triiasse nende osatähtsus väheneb ja praegused kopskalad on oma kaugete esivanemate reliktideks.

Vihtuimsed seevastu jäid röövkaladeks. Neil olid suured hambad, mille email ulatus rohkete ja sügavate kurdude kujul dentiinis (labürintodontsed hambad). Ka olid nende rinnauimed teistsuguse toesega kui kopskalade omad. Devonis ja osalt ka kivisöeajastul olid vihtuimsed kalad peaaegu valitsevaks kalarühmaks. "Vanapärased" vihtuimsed - osteolepiidid - surid permis välja, hilisem võsu - tsölakantiidid - seevastu siirdusid elama merre. Paleontoloogiliste andmete põhjal arvati, et nad surid kriidiajastul välja. Seda suurem oli üllatus, kui avastati latimeeria, kes osutus tsölakantiidide rühma kuuluvaks vihtuimseks! Latimeeria avastamist tuleb pidada kõige suuremaks sündmuseks faunistliku zooloogia alal viimase 200 aasta jooksul.

2. Üldbioloogiline ülevaade.

Retsentsed hooaankalad on keskmise suurusega (üle 1 m pikad) kohmakad aeglased põhjakalad. Seljauimi on neil kaks, sebauim on difütserkne, kusjuures latimeerial on see jaotunud kolmeks hõlmaks. Hingats on säilinud.

Nagu tähendatud, oli ürgsetel hooaankaladel keha kaetud kosmoidsoomistega. Need on vihtuimsetel kaladel (latimeerial) säilinud. Nimetatud soomused on enam-vähem rombja kujuga ning koosnevad neljast kihist: õhukesest pindmisest emaililaadsest kihist, rohketest pulpaõõntega kosmiinkihist, urbsest paksum käsnkihist ja lamellaarse ehitusega isopediinkihist. Kosmoidsoomus erineb ganoidsoomusest seega käsnkihi olemasolult ja selle poolest, et ganoidkihi asemel on siin emaililaadne välikiht.

Retsentsetel kopskaladel on kosmoidsoomus tugevasti lihtsustunud: kosmiinkiht on kadunud, soomus hakkab omandama elasmoidsoomuse (tsikloidsoomuse) ilmet.

Hooaankalade toese kõhrelised osad on võrdlemisi vähe luustunud, katteluude osatähtsus seevastu on küllaltki suur.

Selgroolülidel puudub keha, need koosnevad ainult üla- (neuraal-) ja alakaarest (hemaalkaarest). Vastavalt sellele on seljakeelik kogu ulatuses väga hästi säilinud.

Kolju kõhreline osa on nõrgalt luustunud. Ajukolju katteluud olid ürgsetel hooaankaladel (eriti kopskaladel) väikesed ja nende arv oli suur. Retsentsetel hooaankaladel seevastu on ajukolju katteluud suured ja õhukesed, kuid vastavalt sellele on nende arv tugevasti redutseerunud.

Vihtuimsete ajukolju jaotub kaheks osaks: tagumiseks ja eesmiseks, kusjuures need osad on isekeels liigendilises ühenduses.

Hooaankalade näokolju äratav tähelepanu ülaalõualuu kadumise; kopskaladel on isegi eesülaalõualuu ja hammaaluu kadunud. Alalõualuu (eriti vihtuimsetel) koosneb mitmest osast. Pea alu-

misel küljel leiame gulaarplaadid.

Suure tähelepanu osaliseks on saanud hoaankalade rinnauime toes. Õlavöödet iseloomustab rangluu olemasolu. Uime enesega toes on vihtuimsetel ja kopskaladel erinev.

Vihtuimsete rinnauime toese proksimaalne osa koosneb ühest ainsast luust (mis on võrreldav maismaaloomade õlavarreluuga); sellele järgneb kaks paralleelset luud (mida saaks võrrelda maismaaloomade küünar- ja kodarluuga), viimastest edasi leiame mitmeid luid (mida saab võrrelda maismaaloomade randme- ja kämb-laluudega), millele kinnituvad lepidotrihhid (pterügofoorid). Vihtuimsete rinnauime toes meenutab seega ürgsete maismaaloomade (kahepaiksete) eesjäseme toest ja on nähtavasti selle "eellaseks".

Kopskalade rinnauime toeses leiame rohkesti ridamisi asetsevad kõhri (basaale), mis moodustavad rinnauime telje. Selle kummalegi küljele kinnitub neotseratodusel rida osadeks liigendunud radiaale. Niisugune rinnauim meenutab seega linnu silge ja kannab biseriaalset uime nimetust.

Hoaankalade peaaju eritunnusteks on soonkotikese tugev re-duktsioon (vihtuimsetel) või täielik puudumine (kopskaladel), alagagarate nõrk areng ja keskaju väikus ning liigendamatus. Muus osas on vihtuimsete peaaju kopskalade omast erinev. Vihtuimsete peaaju (ja ka seljaaju) on suhteliselt väga väike, täites näit. latimeerial kõigest 0,01 osa koljuõõnest. Kopskalade otsaju on väga tugevasti arenenud: ta jaotub kaheks suureks piklikuks poolkeraks, kusjuures viimaste lagi on närvirakkude-rikas ja moodustab otsaju koore, sarnanedes ses suhtes amfiibi-de omadele. Vihtuimsete otsaju on väike, kuid oma struktuurilt sarnaneb ta kopskalade otsajule. Väikeaju seevastu on kopskala-del väga nõrgalt arenenud, moodustades tiilukese "vahelüli" kesk- ja järelaju vahel (nagu amfiibidelgi), kuid vihtuimsetel kaladel on väikeaju tugevasti arenenud.

Hoaankalade seedekulglal iseloomulikkudest iseärasustest tuleks märkida kõigepealt kopskalade hambaid. Need kujutavad

endast 6-7 ettepoole suunduvate "hambakestega" varustatud plaate, millest üks paar kinnitub suulaele (suulaeluudele), teine - alalõuale. (Kuidas niisugused plaadid on tekkinud?) Vihtuimsetel kaladel on rohkesti hambaid ja need kinnituvad suuõõne mitmesugustele luudele.

Hoaankalade soolтору on varustatud keeritskurruga ja lõpeb kloaagiga. Pankreas on hästi arenenud ja kompaktne organ.

Lõpuste arv on hoaankalade eri perekondadel erinev.

Kopskalade kopsud on ürgselt paarilised, kuid neotseratodusal on vasak kops atrofeerinud, nii et ta on "ainukopsuline". Kopsud kujutavad siin endast kärjelise sisepinnaga põiekesi, mis asetsevad keha selgmisel küljel, kuid on söögitoruga ühenduses kanali varal, mis avaneb selle kõhtmisele küljele. Oma verevarustuse (venoosse vere) saavad kopsud konsuarterite kaudu (välja arvatud Protopterus). (Milliste luukalade ujupõiale sarnanevad kopskalade kopsud peaaegu täiel määral?)

Latimeeria kops on paaritu ja on samuti söögitoru kõhtmise osaga "ühenduses". Ta on suhteliselt väga suur, kuid funktsionaalselt ei ole tal hingamisega midagi tegemist: ta on täiel määral degenereerinud ja rasvaga täidetud. On ka arusaadav: hingamiseks ei olnud ta järele vajadust, samuti ka mitte hüdrostaatilise aparaadina.

Vastavalt hingamise omapärale on kopskalade vereringeelundid luukalade omadest täiel määral erinevad. Süda koosneb kojust, vatsakesest ja arteriooskuhikust. kusjuures koda on osalise pikutise vaheseina varal paremaks ja vasakuks pooleks jaotatud ja vatsakeses leiame pikutise kurru, mis vatsakese kokkutõmbumisel jagab selle õõne samuti paremaks ja vasakuks pooleks. Arteriooskuhiku klappide rida liitub pikutiseks keeritsjaks "vaheseinaks", jagades arteriooskuhiku sisemise algmises osas paremaks ja vasakuks, kaugmises osas - selgmiseks ja kõhtmiseks pooleks.

Niisugune südame osade poolitamine on tingitud sellest, et süda saab siin nii venoosset verd kehast kui ka juba arteriaal-

set verd (kopsudest). Kehast tulev veri koguneb venoosurkesse ja see suubub südame koja paremasse ossa. Kopsudest tulev veri valgub kopsuveeni kaudu südame koja vasakusse ossa. Südame osade kokkutõmbumisel läheb venoosne veri südame koja ning vatsakese parempoolseid osasid kaudu ja arteriooskuhiku paremaselgmise osa kaudu tagumistesse tooma-lõpusarteritesse, siit osalt lõpuste kaudu seljaaorti, osalt aga - kõige tagumise tooma-lõpusarteri haru ehk kopsuarteri kaudu kopsudesse. Kopsudest tulev arteriaalne veri liigub südame koja ja vatsakese vasakpoolseid osasid kaudu ning arteriooskuhiku vasaku-kõhtmise osa kaudu eesmistesse tooma-lõpusarteritesse, nende kaudu lõpustesse ja siit edasi seljaaorti.

Kui lõpused töötavad, siis saavad kõik viima-lõpusarterid ja seega ka seljaaort arteriaalset verd ja keha varustamine arteriaalse verrega on täiuslikum kui kopsuhingamise korral.

Vihtuimsete süda koosneb samadest osadest mis kopskaladegi süda. Omapäraseks nähtuseks on siin see, et südame osad asuvad enam-vähem üksteise taga, s.o. pikutises reas.

Venoosne veri koguneb kopskaladel südame venoosurkesse järgmiste peamiste veenide kaudu. Vasakult poolt suubub sellesse vasak Cuvier' juha, mis saab oma vere peamiselt eesmise ja tagumise kardinaalveeni kaudu. Tagantpoolt suubub venoosurkesse tagumine õõnesveen (vena cava posterior). Niisugune veen teistel kaladel puudub. Tagumine õõnesveen on tekkinud paremast tagumisest kardinaalveenist viimase suurenemise teel. Ka erineb ta tagumisest kardinaalveenist selle poolest, et ta ei suubu Cuvier' juhasse. Evolutsiooniõpetuse seisukohalt on tähtis märkida, et fülogeneetilises mõttes tekib tagumine õõnesveen kopskaladel esmakordselt ja vastab amfiibide õõnesveenile. Kõhuuimedest tulevate niudeveenide harude liitumisel tekib kõhuveen (v. abdominalis), mis suubub paremasse Cuvier' juhasse ja selle kaudu venoosurkesse. Kõhuveen teistel kaladel puudub, kuid on amfiibidel väga hästi arenenud. Kopskalade veenidest tuleks veel nimetada paarilist kägiveeni, millest parem suubub

paremasse ja vasak vasakusse Cuvier' juhasse. (Millistel kaladel veel esineb paariline kägiveen?)

Väärrib märkimist, et hõaankalade vere punalibled on suured (nii nagu kõhrkaladelgi ja amfiibidel).

Kopskalade neerud on paarilised, latimeerial on nad isekeskis ühte serva pidi liitunud. Neerujuhad (Wolffi juhad) avanevad kloaaki.

Seemnesarjad on suured, latimeerial on nad ebasümmeetriliselt arenenud. Neotseratodusel väljub seemnesarjast rohkesti viimajuhakesi, mis suubuvad neeru kraniiaalsesse ossa ja avanevad selle nefronite kaudu Wolffi juhasse. Neeru kraniaalne osa on siin seega kaotanud oma ekskretoorse funktsiooni ja astunud suguelundkonna teenistusse. Lepidosiirenil suunduvad seemnesarjast tulevad viimajuhakesed (5-6 kummalgi pool) läbi neeru tagaosa nefronite kaudu Wolffi juhasse. Protopterusel väljub seemnesarja tagaosast kõigest üksainuke viimajuhake, mis üldse neeru ei lähe, vaid suubub iseseisva seemnejuha kujul kloaaki. Märgime siin, et analoogilist neerude "vabanemist seemnesarjast" võime täheldada ka amfiibidel. Omapäraseks nähtuseks tuleb pida seda, et kopskalade isasloomadel on ka Mülleri juha hästi arenenud.

Munasari on suur ja paariline, munarakud on suured, kuid nende arv on väike. Munajuhad (Mülleri juhad) algavad eraldi lehtrina ja kujutavad endast pikki väändunud torukesi, mis suubuvad ühise ava kaudu kloaaki.

Majanduslikku tähtsust hõaankaladel ei ole. Haruldaseks väike on ka nende liikide arv. Teaduses on nad siiski suure tähtsusega, tänu sellele, et vihtuimised kalad on maigumaaloomade eellasteks.

3. Sistemaatiline ülevaade.

Vihtuimsete alamklass (Crossopterygii).

Vihtuimsete kalade ehk krossopteryüüide kõige iseloomulikumaks tunnuseks on kahtlemata nende rinnauimede toos, eriti

vanapärasemate (fossiilsete) vormide oma. See, nagu teame, meenutab vihta (mil viisil?) ja sellest on alamklass oma nimetusegi saanud. (Meenutagem, millised tunnused veel oluliselt iseloomustavad krossopterüüge!)

Retsentsetest vihtuimsetest kaladest on senistel andmetel säilinud üksainuke liik, latimeeria (Latimeria chalumnae). Kõik selle liigi seni leitud eksemplarid on pärit India ookeanist, Madagaskari lähedusest.

Latimeeria on sinakashalli värvust, valkjate tähnidega, kohmaka kehalaadiga, suure tugeva, kuid kehast vähe eraldunud sabaga suur (kuni 1,8 m pikk) kala. Elutseb mere põhjas, basalt-rahnude vahel, umbes 150-800 m sügavuses. Valgusekartlik. Toitub teistest kaladest.

Kopskalade alamklass (Dipnoi).

Kopskalad on kõige "tüüpilisemad" kahel viisil hingajad kalad: vastavalt olukorrale hingavad nad kas lõpustega või kopsudega või mõlematega korraga. (Meenutagem, millised olulised tunnused veel iseloomustavad kopskalu!)

Retsentsed kopskalad kuuluvad tseratoodiliste (Ceratodiformes) seltsi ja jagunevad kahte sugukonda: tseratoodlased ja lepidosiirenlased.

Tseratoodlaste (Ceratodidae) sugukonna vorme iseloomustavad väga suured soomused, tugevad rinna- ja kõhuuimed ning paaritu kops ("ainukopsulised"). Tänapäeval tuntakse sellest sugukonnast ühtainukest perekonda üheainukese liigiga - noo-tseratodust (Neoceratodus forsteri) ehk "Austraalia kopskala", Austraalia idapoolsete soiste alade aeglaselt voolavate jõgede kala. See on suur (kuni 1,7 m pikk) aeglane kohamakas põhjakala ja toitub limustest, vähkidest ning ussidest. Liha on roosakas ja maitsev. Neotseratoduse lõpused on hästi arenenud (4 holobranhi), nii et lõpusehingamine mängib siin peamist osa. Vahetevahel tuleb kala siiski veepinnale, et kopsudesse õhku neelata, kusjuures õhu neelamine toimub oigava hääle saatel,

mis vaikse ilmaga (ja öösiti) kaugale kuulda on. Ainult suvekuudel, kui veekogud roiskuvad ja hapnikuvaeseks muutuvad, hingab neotseratodus peamiselt kopsuga.

Kaugemas minevikus olid tseratoodlaste liigid levinud üle kogu maakera, ka Euroopas.

Lepidosiirenlased (Lepidosirenidae) on pika angerjalaadse kehaga, nõrkade liitjate rinna- ja kõhuuimedega, väga väikeste (nahasse peidetud) soomustega ja paarilise kopsuga ("kahekopsulised"). Arenemine toimub moonde teel, vastsetel on välislõpused.

Sellest sugukonnast on säilinud kaks perekonda: protopterus ja lepidosiiren.

Protopterus on levinud Aafrika läänepoolsetel aladel ja temast on teada 4 liiki, millest tuntumaks on Protopterus annectens. Protopterused on kuni 2 m pikad kalad, omavad välislõpuseid ja elavad jõgedes ning madalates soovetes. Saviti, kui veekogud ära kuivavad, uuristuvad nad mutta ja eritavad endale ümber limast "kihnu", langedes seejuures suveunne. Suveunes olles hingavad ainult kopsudega. Kunstliikkudes tingimustes võib selline suvi kesta 3-4 aastat. Vihmade tulekul "ärkavad" protopterused üles ja alustavad intensiivset toitumist. Söövad usse, väiksemaid kalu ja (peamiselt) konni. Liha kasutatakse toiduks.

Lepidosiiren - ühe liigiga, Lepidosiren paradoxa - on Lõuna-Ameerika soiste maa-alade kala, umbes kuni 1,2 m pikk. Nii nagu protopterused, nii kaevub lepidosiirengi saviti veekogude ärakuivamisel mutta (savisse) ja langeb suveunne. "Kihnu" ei valmista. Ka lepidosiireni liha kasutavad kohalikud elanikud toiduks.

KAHEPAIKSETE KLASS (AMPHIBIA)

1. Üldine iseloomustus, süstemaatiline rühmitus ja põlvnemine.

Kahepaiksed ehk amfiibid - konnad, vesilikud, salamandrid jne. on esimesteks maismaalisteks selgroogseteks. Üleminek veest maismaale elama oli murranguliseks sündmuseks selgroogsete evolutsioonis. Seda võimaldas kaks asjaolu:

1. Kalade uimjäsened (paarilised uimed), mis on ehitatud lihtsa hoova printsiibil, muutusid pikkamisi varvasjäsemeteks, liithoova süsteemi liikumisvahenditeks. Niisugused jäsed võimaldasid keha toetumist aluspinnale ja liikumist maad mööda. Varvasjäse iseloomustab kõiki maismaaselgroogseid.

2. Lõpushingamine asendus kopsuhingamisega. Tänu kopsudele ei tarvitsenud kahepaikseil enam alaliselt seotud olla vee-ga. Ühekülgselt veelisest miljööst uutesse, avaratesse ja mitmekesisematesse elutingimustesse siirdumine lõi omakorda eeldused amfiibide eristumiseks ja selgroogsete edasiseks evolutsiooniks.

Kopsuhingamisega seoses muutus amfiibide vereringe ja ringelundkond: südame koda jaotus kaheks, tekkis kaks vereringet: väike-(kopsu-) ja suur-(keha-) vereringe. Ainevahetus muutus intensiivsemaks.

Maismaale elama asunud amfiibide nahk muutub kuivemaks, kuigi ta säilitab kaladele omase näärmerikkuse.

Seoses elutingimuste muutumisega tekib rida muutusi meele-elundites. Nendest muutustest on sisekõrvas eri kuulmeosa kujunemine ja sisekõrva teke kõige olulisemateks.

Hakkab eralduma kael, pea muutub liikuvamaks: õlavööde kaotab seose koljuga ja kuklapiirkonnas (kuklaluudel) kujuneb kaks kuklapõnta, mis astuvad liigendilisesse ühendusesse selgrooga (eesmise kaelalüliliga).

Kõige selle juures on aga amfiibid siiski veel väga suurel

määral jäänud kalalaadseteks loomadeks: 1) nad on külmaverelised (poikilotermised) loomad nagu kaladki; 2) nendel on 10 paari peaaajunärve; 3) nende südamel säilib madalamatele kaladele omane arteriooskuhik; 4) nende erituselundid on sama tüüpi nagu kaladegi omad; 5) paljude vormide isasloomadel on neerujuha nii kuse- kui ka seemnejuhaks; 6) nende munarakud on õhukese (või sültja) kestaga kaetud ja nende loodetel puuduvad lootekestad; 7) nende arenemine toimub moonde (metamorfoosi) teel: munad munetakse tavaliselt vette (või vähemalt väga niiskesse miljöösse) ja neist arenevad lõpustega hingavad jäsemeteta mõlaja sabaga küljejooneelunditega varustatud, nii siis, kalalaadsed vastsed.

Et osa amfiibe elab kogu eluaeg vees, kaugelt enamik amfiibe aga vähemalt kudemise ajaks läheb vette, et nende nahkei talu veel kuigi suurt kuivust ja et nende arenemine toimub vees siis kannavad kahepaiksed oma nime täie õigusega.

Vastavalt oma kehalaadile (haabitusale) ja anatoomilistele erinevustele jagunevad kahepaiksed kolmeks seltsiks: saba-konnalised, siugkonnalised ja päriskonnalised.

Sabakonnalisi on teada ligi 160 liiki, siugkonnalisi umbes 55 liiki ja päriskonnalisi ümmarguselt 2600 liiki.

Kauges minevikus, eeskätt kivisöe- (karboni-) ajastu teisel poolel (enam kui 300 miljoni aasta eest) oli aga amfiibe väga palju ja nad olid laialt levinud. Kaasaegsed amfiibid on seega endisaegsete amfiibide vähesteks jäänusteks (reliktideks).

Esimeste amfiibide säilmed (kivististe kujul) on teada devoni lõpust. Need amfiibid - ihthüostegaalid (Ichthyostegalia) olid alles kalalaadsed vormid, mandunud lõpuskaanega, ülalõualuu serval asetsevate ninaavadega (nagu see on omane kopskaladele) ja samalaadsete ümekiirtega, nagu need esinevad ainult kaladel. Ihthüostegaalid olid "neljajalgseid kalad".

Ihthüostegaalidele väga lähedased on labürintodondid (Labyrinthodontia) - võrdlemisi suured (60 cm kuni 3 m pikad) ja ühtlasi kõige arvukamad ja mitmekesisemad amfiibid kesk- ja ülemkarbonis, permis ja triias. Labürintodontide kõige omapärase-

maks tunnuseks oli nende hammaste ehitus: hammaste email moodustas neil keerukaid kurde, mis ristilõikel meenutavad labürinti.

Labürintodondid eristusid mitmeks rühmaks. Kõige hilisema rühma vormid - stereospondüülid (Stereospondyli) olid õige suured loomad suure peaga, lühikese kerega, lühikese mandunud sabaga, lühikeste ja suhteliselt nõrkade jäsemetega (näit. Mastodonsaurus). Kolju oli neil lamendunud, kuklaluudest säilisid ainult küljekuklaluud. Surid triiase lõpuks välja. Stereospondüüle tuleb pidada päris-konnaliste eellasteks.

Võrdlemisi varakult eraldusid labürintodontidest lepospondüülid (Lepospondyli). Need olid enamasti väikesed kaunis eristunud ja peamiselt veelised vormid. Elutsesid väikestes veekogudes ja soodes. Paljud neist olid väga pika kehaga ja mandunud jäsemetega (näit. Sauropleura). Seniste andmete kohaselt võiks lepospondüüle pidada ühest küljest sabakonnaliste, teisest küljest siugkonnaliste eellasteks.

Ajaliselt rööbiti lepospondüülidena elasid füllospondüülid. Need olid väikesed saamandriladsed veeloomad lühikese laia peaga. Hilisemate uurimuste kohaselt on need vastselised kahepaiksed ja seega ei tuleks neid hilisemate amfiibide eellaste hulka arvata.

Kõikide nimetatud ürgsete amfiibide ühiseks ja iseloomulikuks tunnuseks on lausaline katteluudest rüü, mis nende koljut kattis, mistõttu nad on üldiselt tuntud katispealiste ehk stegotsefaalide (Stegocephalia) nime all. Lisaks kolju katteluudele oli paljudel stegotsefaalidel veel luuline kõhukilp, mis koosnes üksteise peale ulatuvatest lamedatest katteluudest. Kõhukilp kaitses loomi roomamisel. Katispealiste fülogeneetilise arengu iseloomulikuks jooneks on katteluude vähenemine ja kadumine.

Katispealised tekkisid (põlvnesid) kahtlemata vihtuimsest kaladest (krossopterüügidest), sest ainult neil kaladel oli kõige enam olulisi ühiseid tunnuseid stegotsefaalidega: 1) pead kattev luuline rüü, 2) kiirumulk (koljul), 3) labürin-

todontsed hambad, 4) alalõualuu koosnevus mitmest luust, 5) sarnasus õlavöötme ja jäsemete toese ehituses (vrd. 139.lk.), hoonid, mis ositavad kopsude olemasolule jm.

Krossopterüügid ühe osa siirdumine maismaale ja nende kujunemine amfiibideks on nende pikaajalise kohastumise tulemusiks tolleaegsetele muutuvatele elutingimustele. Devonlajastu kuiva ja kuuma kliima tingimustes oli krossopterüügid elu madalates veekogudes raskendatud (hapnikupuudus, veekogude ärakuivamine, toidu vähesus). Kopsuhingamine pidi täienema. Kuivale või mutta jäänud loomad pidid katsuma edasi rännata, et uusi veekogusid leida. Muidugi toimus see peamiselt paariliste uimede varal, mis seejuures ikka enam ja enam omandasid liithoova tüüpi varvasjäseme kuju. Kivisõeajastut iseloomustab niiske kliima ja erakordselt rikkalik taimestik veekogude kallastel ning soodes. See, samuti ka toidu (putukate) rohkus maismaal, soodustas kahepaiksete kujunemist. Loodusliku valiku tulemusel pidid nende jäsemed omandama lõplikult maismaatüübi kuju, nende soomusrüü redutseerub, nende nahk muutub abihingamiselundiks.

Esialgu olid katispealistele kõik arenguvõimalused avatud. Roomajad, kellele nad alguse andsid, kujunesid aga peagi nende vaenlasteks, kellega nad võistelda ei suutnud. Permis muutub kliima kuivaks ja see omakorda raskendab tolleaegsete amfiibide elamist. Algab stegotsefaalide arvuline vähenemine ja see lõpeb hiljem nende väljasuremisega. Püsima jäävad ainult väikesed kahepaiksed ja taas vette siirdunud kahepaiksed, kes seega ei saanud olla suurte reptiilide tähelepanu objektiks ja kes kergesti said end ära peita.

Kaasaegsete (retsentsete) amfiibide kivistisi tuntakse võrdlemisi hilistest aegkondadest: päriskonnaliste omi juura lõpult, sabakonnaliste omi kriidis ja siugkonnaliste omi koguni kainosoikumi lõpupoolelt.

Pidev fülogeneetiline side stegotsefaalide eri rühmade ja retsentsete amfiibide eri rühmade vahel paleontoloogilistel andmetel seega puudub. Suur sarnasus nende vahel on aga vaieldamatu.

On ka neid teadlasi (Stensiö, v.Huene jt.), kes on arvamisel, et saba- ja siugkonnalised põlvnesid krossopterüügidest otseselt. stegotsefaalidega rööbiti.

Praeguse ajani säilinud amfiibide seltside eristumine pidi aga igatahes toimuma juba paleosoikumil lõpul.

2. Kehakuju ja välimine liigendus. Liikumine.

Vastavalt oma pikale ajaloolisele minevikule on kaasaegsed amfiibid mitmeti kohastunud maa- ja erisugustele elutingimustele. See peegeldub kõigepealt nende keha haabituses ja üldises liigenduses.

Sabakonnalised ehk urodeelid on kõige vähem eristunud vormid. Nende keha on üldiselt sisalikulaadne ja lõpeb pika möla- ja sabaga; nende ees- ja tagajäsemed on enam-vähem ühepikkused ja nõrgalt arenenud.

Veelised sabakonnalised liiguvad ujudes, saba külgmiste või vindilaadsete liigutuste abil. Jäsemed ei mängi ujumisel pea mingit osa ja need pööratakse tahapoole. Neid kasutatakse põhja mööda liikumisel, keha toetamiseks ja tasakaalustamiseks. Mõnede veeliste sabakonnaliste keha on kujunenud väga pikaks, maolaadseks (näit. angervesilikkudel). Niisuguste vormide jäsemed jäävad väikesteks või manduvad hoopis. Liikumine toimub siin keha maolaadse looklemise teel (nagu angerjail).

Maigmaalised sabakonnalised liiguvad roomates, lohistades kõhtu mööda maad. Tagajäsemed tõukavad keha seejuures ettepoole, eesjäsemed määravad liikumise suuna, keha teeb looklevaid liigutusi. Mõned maigmaalised urodeelid võivad siiski küllalt kiiresti joosta.

Siugkonnalised ehk apoodid on ussilaadse haabitusega, jäsemeteta, maa sees tuhnijad vormid. Liikumine toimub siin roomamise printsiibil, nii nagu madudegi juures: keha teeb looklevaid liigutusi. Nahk moodustab rohkesti rõngjaid kurde ja need aitavad liikumisel kaasa.

Pärisakonnalised ehk anuürid on lühikese ja lamendunud ke-

haga. Nende jäsemed on võrdlemisi hästi arenenud, kusjuures tagajäsemed on enamasti märksa pikemad kui eesjäsemed.

Vees liiguvad päriskonnalisel ujudes, kusjuures ujumine toimub hästi arenenud tagajäsemete tõugete abil. Tagajäsemete varbad on vastavalt pikad ja paljudel ujunahkade varal seotud. Kiirel ujumisel on eesjäsemed liikumatud ja taha suundunud. Aeglasel ujumisel sirutatakse tagajäsemed välja vaheldumisi ning eesjäsemed teevad liigutusi, mis meenutavad kõndimisliigutusi. Maal liikumine toimub enamasti hüpates, kui aga tagajäsemed ei ole küllalt pikaks kujunenud (näit. kärakonnadel), siis toimub liikumine kõndides või isegi joostes.

Mõned päriskonnalisel võivad ronida. Niisugusteks vormideks on näit. paljud lehekonlased. Nende varvaste otsad on kettalaadselt laienenud ja ketaste alumisel pinnal on nahk liimanäärmete poolest rikas. Niimoodi muutuvad kettad niiskeks või isegi kleepuvaks ja jäävad tihedasti aluspinna külge.

Mõned päriskonnalisel võivad puudelt puudele liuelda. Niisugusteks kahepaikseteks on näit. lendkonnad (Rhacophorus). Varbad on siin väga pikad ja ujunahkade varal isekeskis seotud; käpad võivad seetõttu talitleda langevarjudena.

Kahepaiksete jäsemed on liigendunud õlavarreks (brachium) või reieks (femur), küünarvarreks (antibrachium) või sääreks (crus) ja käpaks ehk jalak (pes). Eesjäsene käpp liigendub omakorda randmeks (carpus), kämbلاك (metacarpus) ja varvasteks (digiti), tagajäsene käpp - kannaks (tarsus), pöialaks (metatarsus) ja varvasteks. Eeskäpal on 3-4, tagakäpal 2-5 varvast.

Jäsemete kehapoolne lüli (õlavars või reis) asetseb horisontaalselt. Seetõttu ei suuda jäsemed siin keha raskust veel kuigi hästi kanda. Ühtlasi raskendab niisugune algeline jäseme asend liikumist.

3. Katted. Näärmed. Varvus.

Amfiibide nahk on õhuke, pehme ja paljas. Veelistel vormidel on ta ühtlasi limane (nii nagu kaladelgi), paljudel maismaa-

vormidel kaotab ta aga oma limasuse ja on võrdlemisi kuiv. Amfiibide vastsete ja veeliste urodeelide nahas leiame küljejoo-neelundeid: need on kaladelt päritud moodustisteks.

Maismaalistel vormidel hakkab marrasknahk (epidërmis) eristuma kaheks kihiks, kusjuures välimise kihi rakud sarvuvad ja tulevad siis lõpuks (koos) ära, asendudes uutega. See nähtus on tuntud kestamise nime all ja esineb perioodiliselt, eriti kevaditi. Sarvkiht kaitseb naha alumisi osasid kuivamise ja vigastamise vastu.

Amfiibide pärisknahk (cörium) meenutab kalade oma: sidekoelised kiud asetsevad siin veel võrdlemisi korrapäraselt - rõhtsate kihtidena, mis on üksteisele perpendikulaarsed. Rõhtsatest kihtidest põimuvad läbi vertikaalsete kiudude kimbud, millega koos kulgevad veresooned ja närvid.

Pärisknaha alla jääb õhuke alusnahk (subcutis). Selle abil kinnitub nahk lihastele. Konnadel toimub see kinnitumine ainult üksikute "ribade" kujul, nii et naha ja lihaste vahele jäävad ruumikad pilud, mis on lümfiga (koemahlaga) täidetud ja kannavad lümfivurgete (lümfisüünuste) nime. Konnade nahk on seetõttu võrdlemisi lahtine.

Amfiibide nahk on näärmeterikas. Vastsetel ja veelistel urodeelidel on need näärmed ainuraksed nii nagu kaladelgi. Maismaalistel amfiibidel kaovad ainuraksed näärmed moonde ajal ära ja asenduvad hulkraksete näärmetega - lima- ja seroosnäärmetega. Hulkraksed näärmed on siin järelikult uudisarendeks.

Limanäärmed on suhteliselt väikesed, nende arv on aga kaunis suur ja nad levivad üle kogu kehapiinna. Neist valgub alataha lima nahapiinnale ja hoiab naha niiske või (veelistel vormidel) isegi limase. Naha niiskus on amfiibidel väga olulise tähtsusega: amfiibide nahk on veresoenterikas ja väga tähtsaks abihingamiselundiks. Kui näit. konnal kopsud välja lõigata ja ta vette lasta, siis jääb ta ellu, asetatakse aga vigastamata konn kuiva kätte, siis ta hukkub. See on ka arusaadav: gaasid võivad tungida ainult läbi niiske naha. Nahahingamise paratamatuse

tõttu elavadki amfiibid kas vees või vähemalt niiskes miljöös. Päeval ja eriti põuasel ajal on seepärast konni harva näha, vihma eel või vihmaga ja õsiti tulevad nad oma paidupalkadest välja. Sügiseti, kui konnad sügavamate veekogude põhja (või mätta) talikorterisse poevad, muutub neil kopsude abil hingamine võimatuks ja siis hingavad nad ainult naha kaudu. Mõnedel urodeelidel puuduvad niihästi kopsud kui ka lõpused, siin on nahk (ja neelu limaskest) isegi ainsaks hingamiselundiks. Neil kahepaikseil, kelle nahk on võrdlemisi kuiv (näit. kärnkonnadel) ja kus naha osatähtsus abihingamiselundina on väike, on kopsud hästi arenenud. Ka vee "joomine" toimub kahepaikseil naha abil: vesi imbub neil kudedesse naha kaudu. Asetatakse näit. kuiva käes kannatanud konn märga nartsu, siis paisub ta peagi suuremaks ja muutub vee kulul raskemaks.

Seroosnäärmed on tublisti suuremad. Niisuguseid näärmeid esineb eriti salamanderlasil, siugkonnalisil ja kärnkonnadel. Asetsedes rühmiti koos, muudavad nad nahapinna kühmuliseks ja kõbruliseks. Nende eritis on pahalõhnaline ja sageli mürgine, mistõttu nad kannavad ka mürginäärmete nimetust.

Mürginäärmed on amfiibidel passiivseks kaitsesevahendiks. Kärnkonnade mürginäärmete eritis on valge, piimjas. Sellest on tekkinudki ekslik arvamus, nagu käiksid kärnkonnad laudas lehma nisast piima imemas. Tõeliselt tulevad kärnkonnad lautadesse lehmadelte kärkseid püüdma ja valged vedelikupiisad nende nahal on nende mürgivedelik. Väiksemate loomade - lindude, hiirte, koerte poegadele jne. - mõjub amfiibide mürk surmavalt. Tunduvat mõju avaldab ta ka suurematele loomadele ja isegi inimesele. Koer, kellel kärnkonn nina all hoitakse, hakkab turtsuma; satub kärnkonna mürki haavasse, siis hakkab selle ümbrus tugevasti paistetama; inimene hakkab revastama ja ta silmad lähevad vesiseks, kui ta nuusutab kotist, milles on kärnkonna raputatud.

Amfiibide naha värvus on nii nagu kaladegi juures tingitud vastavatest värvollustest - mustast, pruunist, kollakast

ning punasest pigmendist ja guaniinist. Pigment võib esineda difuusselt või terakeste kujul. Difuusset pigmenti (tavaliselt kollakat) leiame marrasknahas. Teraline pigment esineb pärisnaha erilistes pigmendirakkudes - kromatofoorides. Kromatofoorid võivad kord lamenduda, kord kulendeid välja sirutada ja seega haraliseks muutuda. Pigmentiterakesed omakorda võivad kromatofoorides kompaktseks massiks koguneda või kogu rakku mõõda laiali valguda. Guaaniini terakesed - hõbedaläikelised kristallikesed - asetsevad samuti erilistes rakkudes, iridotsüütides.

Rohelist ja sinist pigmenti amfiibide nahas ei ole ja vastavad värvused tekivad teiste pigmentide koosmõjul: roheline värvus tekib kollase ja musta pigmendi, sinine - musta ja guaniini kristallikeste ühisel toimel.

Kuna erisuguse värvusega kromatofoorid paiknevad kihiti ja võivad oma kuju ja värvuse intensiivsust muuta, siis võivad kõik need tegurid, vastavalt sellele, kuidas muutub valgustus, ümbruskonna koloriit, temperatuur, õhu niiskus jne., tingida ka amfiibide värvuse muutumisi. Rohukonn näit. on kuiva käes hele, vihmase ilmaga aga tume - "konnad muutuvad vihmaga või vihma eel mustaks". Kui roheline veekonn panna tumedasse keskkonda, muutub ta tumedaks, asetatakse ta aga tagasi rohusse, muutub ta taas roheliseks jne.

Katsed on näidanud, et loom peab seejuures oma ümbruskonda nägema: pimestatult kaotab ta võime kohaneda ümbruskonna koloriidile, ühekülgsest pimestatud loomad kaotavad võime vastaspoolisel keha küljel värvust muuta. Need katsed näitavad, et kõnesolev värvuse muutumine toimub närvisüsteemi vahendusel. Osalt mängib seejuures kaasa ka hüpofüüsi tagasagara hormoon.

4. Toes ja lihastik.

Kahepaiksete selgroog koosneb hästi luustunud selgroolülidest. Selgroolülide kujus valitseb mitmekesisus. Madalamatel amfiibidel, siugkonnalistel ja peamiselt alamatel urodeelidel on

kaksilohksed ehk amfitsöölised selgroolülid (nii nagu kaladelgi). Niisugustel vormidel jäävad seljakeeliku osad eluajaks püsima. Osal anuuridel on selgroolülid tagalohksed ehk opistotsöölised (selgroolüli keha on eest kumer ja tagant lohus), kõrgematel urodeelidel ja osal anuuridel on nad eeslohkseid ehk protsöölised (selgroolüli keha on eest nõgus ja tagant kumer).

Selgroolüli keha ülemisel küljel leiame madala ogajätkega lõppeva neuraal- ehk ülakaare. Ülakaarte alumiku piirkonnast väljub ristijätke (diapofüüs) ja eesmine ning tagumine lühike liigesjätke (zügapofüüs). Liigesjätke kaudu on selgroolülid isekeskis liigendilises ühenduses.

Vastavalt kahepaiksele eluviisile on nende selgroog enam liigendunud kui kalade oma, koosnedes kaela-, kere, ristluu- ja sabapiirkonnast. Kaelapiirkonnas on üksainuke selgroolüli. Sel puuduvad ristijätked ja eesmised liigesjätked, tema keha on väike ja varustatud ees kummalgi pool liigesepinnaga, millele liigestub kolju. Kerepiirkonna selgroolülide arv on väga varieeruv: anuuridel on neid tavaliselt 7, apoodidel üle 200. Ristluulülisid on üksainus (apoodidel puudub seegi) ja see kannab tugevaid ristijätkeid (niudeluuga liigestumiseks). Sabapiirkonnas on urodeelidel rohkesti selgroolülisid, apoodidel on neid siin vähe, anuuridel on neid samuti vähe, kusjuures needki on isekeskis ühiseks pikaks pahliluuks (urostüüliks) liitunud. Hästi arenenud sabalülid kannavad lisaks ülakaarele ka hemaal- ehk alakaart.

Roided (costae) on kaasaegseil amfiibidel redutseerunud: nende jäänused liituvad enamasti selgroolülide ristijätketega. Kõige enam on roided mandunud anuuridel. Oma tekkelt vastavad saba- ja päriskonnaliste roided kalade ülariieteile, siugkonnaliste omad - kalade alariieteile.

Kahepaiksete kolju on lai ja madal (platübasaalne), nii nagu madalamatel luukaladelgi. Silmakoopad (orbiidid) on enamasti suured ja asetsevad teineteisest eemal, mistõttu kolju õõs ulatub ette silmakoobaste vahele. Koljus säilib rohkesti

kõhre ja luude arv on siin väike.

Ajukolju (neucranium) kuklapiirkonnas leiame kummalgi pool küljekuklalu (exoccipitale), kusjuures mõlemad küljekuklaluud on varustatud kuklapõndaga (condylus occipitalis), mille varal kolju liigestub kaelalülile (selgroole). Kõrvapiirkonnas asetseb kummalgi pool samuti ainult üks luu - eeskõrvaluu (prooticum). Silmapiirkonnas tekib urodeelidel paariline silmakiilluu (orbitosphenoidum) ja see jääb kolju külgedele. Anuuridel tekib siin aga paaritu lühike torujas koljuõõne ümber asetsev kiilsõelluu (sphenothmoidum). Kõik nimetatud luud on aseluud. Ninapiirkond jääb kõhreliseks. Ajukolju ülemise osa (kolju kaane) moodustavad kattaluud. Urodeelidel leiame siin kiirulu (parietale) ja laubalu (frontale), anuuridel aga liituvad need luud kummalgi pool laubakiiruluuks (frontoparietale). Laubaluudest ettepoole jääb paariline ninaluu (nasale). Urodeelidel asetseb sellest külgmiselt veel paariline eeslaubalu (praefrontale). Ajukolju põhja moodustab lisakiilluu (parasphenoidum), millest ettepoole jääb paariline sahkluu (vomer). Ajukolju külgedel tekib soomusluu (squamosum).

Amfiibide näokolju (splanchocranium) tekib samadest elementidest, mis kaladegi oma: lõua- ja keelekaarest ning lõpuskaartest ja lõuakaare ümbruskonna sidekoest.

Vastseas on amfiibidel kõiged nimetatud kaared olemas ja veelistel urodeelidel säilivad nad suurel määral kogu eluaeg. Maismaavormidel aga keelekaare alumine osa (hyoidid) ja neli eesmist lõpuskaart liituvad ning muunduvad moondeajajärgul ühiseks keele toeseks. Keelekaare ülemine osa (hyomandibulaar) muutub väikeseks kepjaks luukeseks ja "rändab" keskõrva, kust ta on tuntud kuulmetulbakese (columella auris) nime all.

Lõuakaare ülemine osa (palatokvadraat) liitub oma eesmise ja tagumise otsaga ajukoljule. Kahepaiksete kolju on seega autostüülne. Tema tagumine osa luustub tillukeseks ruutluuks (quadratum), tema muud osad jäävad kõhreliseks. Palatokvadraadi pinnale tekib rida katteluid: tiibluu (pterygoideum), suu-

laeluu (palatinum), gälguluu (praemaxilläre) ja ülalõualuu (maxilläre). Urodeelidel liitub suulaeluu kummalgi pool sahkluuga. Anuuridel tekib ülalõualuu ja ruutluu vahele veel ruut-ülalõualuu (quadratamaxilläre) ja nii kujuneb siin tugevasti külgedele väljaulatuv alumine sarnakaar. Sabakonnalistel ei ulatu palatokvadraat kuigi kaugele ettepoole ja nii ei teki siin ka nimetatud kaart.

Lõukaare alumine osa (Meckeli kõhr) moodustab alalõua toese. Selle kõhre eesmine osa tavaliselt luustub kummalgi pool tilluke seks lõuatsialalõualuuks (mentomandibulaariks), selle tagaosa aga liigestub ruutluule. Meckeli kõhre pinnal tekivad katteluud - hammasluu (dentale) ja nurgaluu (anguläre).

Õlavõõtme toes on amfiibidel kas peaaegu kogu ulatuses või vähemalt suures ulatuses kõhreline.

Sabakonnaliste õlavõõtme toes koosneb kummalgi pool kõhrelisest plaadist, mis liigendub korakoid- (kaarnaluuliseks) ja skapulaar- (abaluuliseks) osaks. Korakoidosa ees leiame jätke, mis kannab prokorakoidi nimetust. Luustumist võib täheldada ainult selles piirkonnas, kuhu õlavarreluu liigestub. Korakoidosad ulatuvad all kokku (teenetise peale); nende taha (sabamaiselt) jääb kõhreline rindluu (sternum). Viimane on amfiibidel, kaladega võrreldes, uudisarendika.

Päriskonnalistel eristub õlavõõtme toes kolmeks osaks: abaluuks (scápula), kaarnaluuks (coracoideum) ja eeskaarnakõhreks (procoracoidium). Eeskaarnakõhre pinnal tekib sidekoeline rangluu (clavicula). Abaluu distaalsele osale (selgmiselt) liitub suur supraskapulaarkõhr (suprascapuläre). Õlavõõtme osad ulatuvad all kokku, kusjuures nad ühtedel vormidel jäävad teineteise peale ja on isekeskis liikuv asenduses ("liikrinnalised"). Õlavõõtme osade kokkupuutumise kohast ettepoole jääb luustunud eesrindluu (omostérnum), mis lõpeb kõhreplaadikesega, tahapoole aga rindluu (sternum), mis samuti lõpeb kõhreplaadikesega (xiphistérnum'iga). Kuna roided puuduvad, siis rindluu ei ole telgtoesega ühenduses, rinnakorv puudub ja õlavõõtme toes koos rindluuga ja eesrindluuga moodustab kaare, mis asetseb lihastiku sees ja on amfiibide iseloomulikuks tunnuseks.

Vaagnavõõtmel toas on rohkem luustunud. Temas võime eritleda kaht luulist osa - niudeluud (ilium) ja päraluud (ischium) ning kõhrelist sülleluud (pubis). Kõik nimetatud luud ulatuvad ühte otsa või külge kokku ja liituvad, kusjuures nende liitumiskohale kujuneb puusanapp (acetabulum), millesse liigestub reieluu pea. Niudeluud eesmine ots kinnitub ristluulüli ristjätkele.

Amfiibide jäsemed on, nagu juba tähendatud, varvasjäsemed, liithoova printsipiil ehitatud jäsemed. Ürgsetel amfiibidel kujunes see üksikute elementide arvu ja asetuse mõttes kõige "täiuslikumalt" välja. Kõrgemate selgroogsete jäse tekib alati ürgsetele amfiibidele omase eristumata jäseme elementidest.

Amfiibide õlavarres on üks luu - õlavarreluu (humerus), küünarvarres leiame kaks luud - kodarluu (radius) ja küünarluu (ulna). Randmes on esialgselt 9-10 luud ja need asetsevad kolmelt realt. Esimeses reas on kolm elementi: radiaalluu (radiale), vaheluud (intermedium) ja ulnaarluu (ulnare), teises reas leiame 1-2 keskluu (centrale), kolmandas reas 5 distaalset randme luud (carpale distale). Kämblias on esialgselt 5 kämbla luud (metacarpale) ja need asetsevad ühelt realt. Varbaid (digiti) on esialgselt samuti 5, nende luud kannavad varbalülid ehk faalanksite nimetust.

Amfiibide reies täheldame reieluud (femur), sääres - sääre- ja pindluud (tibia ja fibula), kanna (tarsus) luude esimeses reas on tibiaalluu (tibiale), vaheluud ja fibulaarluud (fibulare), teises reas 1-2 keskluu, kolmandas reas 5 distaalset kanna luud (tarsale distale). Pöias leiame 5 pöialuud (metatarsale), varvastes - varbalülid.

Vaatamata sellele, et varvasjäse näib esialgsel vaatlusel olevat kalade jäsemetega võrreldes hoopis uudseks arendiks, on ta siiski kalade paariliste uimede (uimjäsentel) homoloogiks: embrüoloogia näitab, et amfiibide (ja üldse kõikide maigsaalsete selgroogsete) jäsemed tekivad samast materjalist ja esialgu samal viisil nagu kalade paarilised uimedki. Küsimus seisab

selles: milline oli see uime tüüp, millest on pentadaktüülne jäse tekkinud? Ka sellele küsimusele saame praegu anda rahulda va vastuse: vihtuimsete uime toese ehituse analüüsimisel nägi me, et selles on väga palju sarnasust kahepaiksete jäsemetega; eriti suurt ühtsust on leitud vihtuimsete ja ürgsete amfiibide (stegotsefaalide) jäsemete ehituses. Varvasjäse on seega tekkinud vihtuimsete paariliste uimede taolistest "eellastest".

Kuidas nad tekkisid? Kõige tõenäosema vastuse sellele küsimusele annab A.N. Severtsovi teooria, mille järgi varvasjäse on tekkinud vihtuimsete jäsemetaolisest moodustisest selle elementide järkjärgulise reduktsiooni ja lihtsustumise teel. Uime "kiirte" arv on vähenenud (vielele või veelgi vähemale arvule). Jäseme pikenemine ja hoobadeks liigendumine on tingitud jäseme uuest funktsioonist: keha raskuse kandmine ja keha edasinihutamine (kõndimine).

Vastavalt toese muutumisele on ka lihastik läbi teinud suured muudatused.

Kuna lõpuskaared on redutseerunud, redutseeruvad ja kaovad ka vastavad lihased. See maksab muidugi eeskätt maigualaiste vormide kohta, veelistel vormidel on muudatused lõpuskaarthe piirkonna lihastes vähemad.

Amfiibide vistseraalsed lihased säilivad peamiselt lõua- ja keelekaarepiirkonnas ja on mälumis-, hingamis ja neelamisprotsesside teenistuses. Niisugustest lihastest tuleks nimetada näit. oimulihast, mälurlihaseid, tagumisi tiiblihaseid. Vistseraalseid lihaseid innerveeritakse V, VII, IX ja I peaaajunärv poolt.

Somaatilised lihased, vastuoksa, omandavad seoses varvasjäsemete tekkimisega ja uue liikumisviisi omandamisega, mil keha painutused enam suurt osa ei mängi, uue ilme ja eristuvad tugevasti.

Primitiivsetel amfiibidel kulgeb piki selga kummalgi pool võimas lihas (m. dorsalis trunci), mis on müoseptide varal reaks segmentideks jaotatud (nagu kaladelgi). Kõrgematel vormi-

del kaotab see lihas osalt oma segmentatsiooni ja eristub reaks vähemateks lihasteks (selja pikilihas, niude-nimmelihas, õndra-ristluulihas jt.).

Kere lihastiku kõhtmine osa eristub kihtideks. Üksikutest lihastest siin piirkonnas tuleks nimetada kõhu sirglihast, välimist põikilihast ja ristilihast.

Jäsemete ja võõtmete lihaste põhiline mass kujutab endast, kaladega võrreldes, paariliste uimede lihaste eristunud derivaate.

Osa neist lihastest siirdub otsaga kerele (selja lailihas, rinnalihas, deltalihase jt.). Osa neist lihastest jääb võõtmete piirkonda ja on koos eesmise rühmaga võõtmete liigutamise teenistuses (interskapulaarlihas, selgmine abaluulihas jt.). Enamik jäsemete lihaseid seob jäsemete üksikuid "hoobasid" isekesis ja põhjustab selle suure liigutuste mitmekesisuse, mis esineb hüppamisel, kõndimisel jne.

Oma mehhaanilise talitluse alusel jagunevad nad kahte rühma: lähendajad ehk painutajad (fleksorid) ja eemaldajad ehk sirutajad (ekstensorid). Talitluselt teineteisele vastandlikud lihased kannavad antagonistide nimetust. Varvaste painutajad näiteks on varvaste sirutajate suhtes antagonistid.

5. Närvisüsteem ja närvitegevus.

Seoses varvasjäsemete tekkimisega on amfiibide seljaajus kujunenud kaks suuremat närvitegevuse keskust: kaela- ja nimmepaisumus (intumescentia cervicālis et lumbalis). Nendes on rohkesti närvirakke ja nendest väljuvad jäsemetesse minevad närviki on märksa jämedamad kui teised seljaajunärvikud.

Amfiibide peaaju sarnaneb mitmeti kopskalade peaajuga, olles seega osalt primitiivne, osalt aga kõrgemini arenenud kui teistel kaladel.

Peaaju osad on üldiselt suhteliselt väikesed ja asetsevad seetõttu rõhtsalt üksteise taga nii nagu kaladelgi.

Otsaju on teiste peaajuosadega võrreldes suur ja poolkera-

deks liigendunud. Viimased on suhteliselt pikad ja lähedad eespool märkamatuks üle haistesagarateks, mis päriskonnalistel on teineteisega kokku kasvanud. Kalade, eriti kõhrkalade haistesagaratega võrreldes on amfiibide haistesagarad väikesed, vastavalt sellele, et nende elus ei mängi lõhnaärritused kaugeltki nii suurt osa kui kalade elus. Otsaju laepiirkonnas on kõhjal närvirakke (vastandiks luukaladele), kusjuures osa närvirakke on nihkunud ajuvatsakeste õõne ümbrusest perifeeria poole. moodustades siin otsaju koores. Otsaju on aga siiski veel täiel määral haisteaju ja seetõttu ei kutsu tema eemaldamine esile peaaegu mingisuguseid muutusi amfiibide käitumises - hüppamises, ujumises, toidu hankimises jne., välja arvatud haistevõime kaotsimine.

Vaheaaju (diencephalon) selgmises osas leiame epifüüsi. Taalamus on suhteliselt hästi arenenud ja on siin kõrgemaks looma mootorikat reguleerivaks keskuseks. Vigastatud taalamusega konn näit. kaotab iseseisvuse ja aktiivsuse, ta liigutused on (kui teda ärritada) masinlikud, monotoonised. Ta võib jääda paigale "istuma" seni, kui ta kuivab ja hukkub. Soonkott ja alasagarad (vaheaaju kaotamisel küljel) puuduvad.

Keskaju (mesencephalon) esineb nägemissagarate ehk kaksekeha (lobi optici s. corpus bigeminum) kujul ja on suhteliselt hästi arenenud. Keskaju on siin tähtsate reflekside: jäsemete liigutamise, silmalihaste liigutamise, värvuse muutumise kõrgemaks keskuseks. Nägemissagarad on ühtlasi nägemiserutuste vastuvõtukeskusteks: nägemissagarateta amfiibid ei näe.

Nõrgalt on amfiibide peaaigus arenenud tagaaju (metencephalon), nii nagu kopskaladelgi. Selle selgmise osa ehk välkeaju (cerebellum) kujutab endast vaid võrdlemisi õhukest ristipidist plaati järelaju ees. See on ka arusaadav, sest amfiibide liigutused on näit. hästi ujuvate kalade liigutustega võrreldes väga lihtsad.

Järelaju ehk piklikaju (myelencephalon s. medulla oblongata) on amfiibidel "normaalselt" arenenud. Ka see on arusaadav:

piklikaju on põhiliselt tähtsate vegetatiivsete elundite - seedeelundite, hingamiselundite, ringeelundite jne. tegevuse reguleerijaks ja tähtsate reflekside keskuseks.

Viimaseks peaajunärviks on amfiibidel uitnärv, nii et peaajunärve on 10 paari (nagu kaladelgi).

Peaaju nõrga arengu tõttu on amfiibid alles peaaegu täielikult "refleksiloomad". Amfiibide mälu on alles minimaalne, ja nii ei ole siin mitte omandatud kogemused, vaid tingimatud refleksid ja instinktid, mis nende närvitegevust (käitumist) iseloomustavad. Aktiivsed liigutused, nagu nägime, kaovad alles pärast vaheaaju (taalamuse) ja keskaju eemaldamist. Veel enam: konnal näit., kellel kõik keha osad on ära lõigatud peale tagajäsemete ja seljaaju (koos selgrooga), hüppavad vastavate ärrituste korral need tagajäsemad pea sama kindlalt kui vigastamata loomal.

6. Meeleelundid.

Veest maismaale siirdumine avaldab mõju kahepaiksete kõikide meeleelundite kujunemisele.

Küljejooneelundid (neuromastid) esinevad ainult vastseas, kuid metamorfoosi kestel kaovad nad ja säilivad ainult veelistel urodeelidel ja üksikutel (veelistel) anuuridel. Vastandiks kaladele ei asetse amfiibide küljejooneelundid mitte kanalites, vaid naha pinnal lohukestes.

Vastavalt sellele, et amfiibide liigutused on märksa lihtsamad ja aeglasemad kui kaladel ja et nende keha toetub alati vastu aluspinda, on tasakaaluelund amfiibidel nõrgemini arenenud kui kaladel: sisekõrva poolringkanalid on suhteliselt väiksemad kui kaladel.

Sisekõrva alumises osas ehk ümarkotikeses tekib aga eri sopis - kõrgemate selgroogsete kuulmiselundi, nn. tigujuha (ductus cochlearis) suge. Juba kaladel tekkis siin sopis -lageena, kuid see ei ole veel kuulmiselund. Tigujuha suge tekib lageena kõrval, sisaldab kuulmepapilli (papilla acustica basilaris) ja

on eri resonaatoriga, basaalmenbraaniga, varustatud.

Lisaks sisekõrvale tekib anuuridel ka keskkõrv ja see on juba täiel määral kuulmise teenistuses. Temas toimub helilainete võimendamine ja nende edasiandmine sisekõrvale. Keskkõrv kujutab endast ruumi, trummiõõnt (oavum tympani) ja tillukest kuulmeluukest, kuulmetulbakest (columella auris) selle sees. Trummiõõs on kuulmetõrve ehk Eustachio tõrve (tuba Eustachii) kaudu ühenduses neeluga, välismaailmast eraldub ta aga trummikilega (membrana tympani) ja sisekõrvaga puutub ta kokku väikese ovaalakna (fenestra ovalis) abil, mis on õhukeses kilega suletud. Arenemislooliselt on trummiõõs hingatsi jäänus. Selle siseosa jääb kuulmetõrve kujul püsima, selle välisava kasvab trummikile kujul kinni. Kuulmetulbake on tilluke keppiladne luuke, mis, nagu nägime, tekkis hüomandibulaarkõhrest. Tema üks ots kinnitub trummikilele, teine ots aga ovaalaknale. Lisaks kuulmetulbakesele tekib amfiibide keskkõrvas veel teine tilluke kuulmeluuke - operkulum. See tekib ovaalakna juures, kuulmekihnu enda seinast ja liibub vastu ovaalakna kilet. Too tilluke luuke on amfiibidel eri seadiseks maapinna võnkumiste edasiandmiseks (abaluu tõsturihase kaudu) sisekõrvale.

Urodeelidel ja apoodidel on trummikile ja trummiõõs nähtavasti kaotsi läinud. Kuulmeluukesed esinevad kõikidel amfiibidel.

Katsed ja tähelepanekud näitavad, et anuurid ei reageeri siiski kõikidele helidele. Nad reageerivad ainult niisugustele helidele, mis on neile ökoloogiliselt tähtsad: sulpsatamised, krooksumised jne. Siug- ja sabakonnalisised, samuti aga ka vastsed ei näi üldse reageerivat helidele.

Nägemine on amfiibidel suhteliselt hea. Silma ehituses esineb kalade omaga võrreldes muudatusi, mis on maismaalisest eluviisist tingitud. 1) Silmad on varustatud laugudega ja pi-saranäärmetega. Veelistel amfiibidel need lisandid veel puuduvad ja silmad on läbipaistva kilega kaetud. 2) Silmamuna sarvkest on kumer (mitte lame nagu kaladel) ja lääts on "läätsjas"

(mitte ümmargune nagu kaladel). Need anatoomilised iseärasused võimaldavad amfiibidel märksa kaugemale näha, kui see on võimalik kaladel. Veelistel amfiibidel säilitab sarvkest oma lameduse ja läätsel on kerajas kuju. 3) Amfiibide silmad on tavaliselt akommodeeritud kaugale vaatamiseks. Silma akommodatsioon toimub peamiselt ripslihase (m. ciliaris) abil. See lihas on iseloomulik kõikide maismaaselgroogsete silmale ja kujutab endast ringjat moodustist soonkesta ripskehas läätsel kohal. Ripslihase kokkutõmbumisel surutakse lääts ettepoole.

Nii nagu amfiibid ei reageeri igasugustele helidele, nii nad ei reageeri ka igasugustele nägemisärritustele. Nad reageerivad ainult niisugustele asjadele, mis liiguvad, mil on nende elus mingi "mõte": konnad näit. võivad nälga surra, nad ei võta vastu liikumatut toitu. Ainult urodeerid võivad reageerida ka liikumatule toidule.

Seoses kopsuhingamisega on amfiibidel kujunenud paariline ninaõõs (haistekiht). See algab välimise ninaavaga (ninasõõrme-ga) ja lõpeb suuõõnes sisemise ninaavaga ehk hoaniga. Ninaõõne külgnise seina limaskest moodustab kurde ja seega suurendatakse haistepinda. Haistekihtus tekivad näärmed, mille nõre hoiab haistepinna alaliselt niiske. Tänu hoanidele omandavad haistekihtunud siin veel teise talitluse: nad astuvad hingamise teenistusse.

Amfiibidel eraldub ninaõõnest eriline ruum, nn. Jacobsoni elund. Selle haistepiteeli kaudu nähtavasti "hinnatakse" suhu võetud toidu lõhnu.

Vastavalt amfiibide eluviisile ja liikumise aeglusele on nende haistmisvõime väiksem kui kaladel.

Maitseelundid (maitseispungakesed) esinevad amfiibidel ainult suuõõnes: keelel, suulaes ja lõugadel.

Nahk on amfiibidel märksa tundlikum kui kaladel. Amfiibid reageerivad kergesti kompimis- ja vigastusärritustele, samuti ka termilistele ja keemilistele ärritustele. Maismaal on niisuguse tundlikkuse järele suurem vajadus ja sellest on amfiibidel

ka kasu: amfiibid, tänu oma pikkadele ja liigendatud jäsemetele, võivad igat üksikut kehaosa (nahapinna osa) kompida ja kaitsta.

7. Seedeelundid ja toitumine. Toitumisbioloogia.

Amfiibide suuõõs kujutab endast laia rõhtsat pilu. Tema lae eesosas leiame hoanid, tagaosas - kuulmetõrve avad. Suuõõne põhjas täheldame kõripilu (glottis). Suuõõne limaskest on kaetud ripsmelise epiteeliga ja selles leiame esmakordselt hulk-rakseid limanäärmeid. Nimetatud limaskest on ühtlasi tugevasti vaskulariseeritud, olles seega tähtsaks lisahingamiselundiks.

Madalamatel amfiibidel võivad kõik suuõõne luud kanda hambaid ja see on primitiivseks, kaladelt päritud nähtuseks. Kõrgematel amfiibidel (anuroidel) esinevad hambad ainult sälguluul, ülalõualuul, sahkluul, harvemini alalõualuul (hammasluul). Mõnedel anuroidel (kärgekonnal, kärnkonnadel) ei ole üldse hambaid. Amfiibide hambad on väikesed, koonilised ja kõlbavad seega vaid toidu hoidmiseks.

Veeliste urodeelide keel on veel väike ja vähe liikuv, meenutades seega kalade oma. Salamanderlastel ja anuroidel on aga eluviis ka keelele oma pitsati vajutanud: keel on siin lihasterikas (liikuv) ja rohkete limanäärmetega varustatud. Oma tekstelt on niisugune keel uudisarendiks - ta tekib suuõõne põhja kurru kujul. Keel kinnitub suuõõne põhjale kas oma eesmise otsa kaudu või oma aluspinna keskmise osaga, nii et ta tagumine ots või servad jäävad vabaks. Keele niisugune kinnitusviis ja kuju on kooskõlas saagi haaramise viisiga. Limane keel viskab suust välja ja sellega püütakse toitu. Toidu allaneelamisel tõmmatakse silmamunad orbiitidesse ja nad aitavad seega toidupalasisid neelu poole suruda: niisugune nähtus on amfiibidele väga iseloomulik ja esineb ainult siin.

Sõgitoru on amfiibidel lühike ja lai. Tema limaskest on, nii nagu suuõõne ja neelugi limaskest, varustatud ripsmelise epiteeliga (madalamate keelikloomade tunnus).

Magu on amfiibidel suhteliselt pikk ja meenutab seega kalade oma. Sooltorust ta kuigi teravalt ei eraldu. Sooltoru liigendub pikemaks peensooleks ja sellest selgesti eraldatavaks lühikeks ja jämedaks tagasooleks. Peensoole eesmine käändkannab kaksteistsõrmiku (duodenum) nime. Peensoole limaskest moodustab seede- ja imendumispinna suurendamiseks pikutisi ja põksseid kurde, mis oma ehituselt sarnanevad imetajate peensoole hattudele. Tagasool avaneb kloaaki.

Amfiibide sooltoru on suhteliselt siiski lühike, milline nähtus on kooskõlas sellega, et amfiibid on loomteiidulised vormid ja niisugune toit on kergesti seeditav. Pealegi on amfiibide seedemahlad tugeva seedejõuga. Anuuride vastsete (kulleste) sooltoru aga, vastavalt sellele, et nad on teimtoiidulised, on suhteliselt väga pikk.

Maks on amfiibidel suur ja sapipõiega varustatud. Maksa ühissapijuha suubub duodeenumisse, mille käärus leiame ka kõhunäärme (pancreas).

Amfiibide toidutarvidus on sooja käes küllalt suur. Temperatuuri langedes langeb aga ka toidutarvidus ja talvel (talveunes olles) amfiibid ei toitu üldse.

Amfiibide toidu koosseis on erakordselt rikkalik: mitmesugused ussid, vähid, ämblikulised, putukad (kahetiivalised, sipelgad, kiilid, mardikad jne.) ja putukate vastsed, limused ja isegi väiksemad selgroogsed. Järvekonn ja hiidsalamander näit. söövad väiksemaid kalu ja kalamaime, kärnkonnad - hiirepoegi ja hiiri, sarvikonn ja härgkonn - linnupoegi, hiiri, sisalikke jne.

Taimtoiiduliste puudumine amfiibide seas tuleb sellest, et amfiibidel vastavad hambad puuduvad ja et nende ööpäevase aktiivsuse aeg on lühike: neil ei jätkuks aega vähetoitva taimse toidu hankimiseks.

Et amfiibide toidukaart on väga ulatuslik, eriti põhjapoolsetel vormidel, seletub sellega, et nad on väheliikuvad ja väheaktiivsed loomad ja peavad paratamatult ära kasutama kogu saagi, mis nad leiavad. Ainult troopilistel aladel, kus elutingi-

mused amfiibidel on erakordselt soodsad, tõuseb nende aktiivsus, toitub on siin ka hoopis rohkem ja siin esineb toitumise suhtes spetsialiseerunud vorme. Rida aafrika vorme näit. toitub siin ainult sipelgatest ja termitidest.

Erinevused eri amfiibide toidus on siiski olemas ja need on tingitud eeskätt asukohast, kus amfiibid elavad, ja saagi hankimise viisist. Veeliste amfiibide toidus on suures ülekajalus veeloomad. Vesilikkude toidus näit. on esikohal kahetiivaliste vastsed, neile järgnevad vähiladused ja veelimused. Maismaaliste amfiibide toidus puuduvad veeloomad ja nende asemele tulevad maismaalsed vormid. Kärnkonnad ja mudakonn, kes liiguvad roomates, toituvad näit. peamiselt sipelgatest, tigudest, mardikatest jne. Hüppajad vormid saevastu pühavad suure osa oma saagist õhust. Veekonna toidust näit. on umbes 25% lenda-
vad putukad.

Anuurid tunnevad toidu ära nähtavasti alalt nägemise abil ja seetõttu nad peamiselt varitsevad saaki. Urodeelid ja apoodid juhenduvad saagi hankimisel ka haistmisest ja nad otsivad saaki.

8. Hingamiselundid ja hingamine.

Amfiibidel on kahe suguseid hingamiselundeid: lõpused ja kopsud. Lõpused esinevad amfiibide vastsetel ja veelistel urodeelidel. Vastsetel tekivad ka lõpuspilud, mis on järjekordseks tõendiks, et amfiibide eellasteks on kalad. Mõnedel urodeelidel säilivad lõpused isegi täiskasvanud vormidel.

Oma tekkelt ja asetusest jagunevad amfiibide lõpused kahte rühma: sise- ja välilõpused. Siselõpused, mis on homoloogsed kalade lõpustele, esinevad ainult konnade vastsetel lõpuskaarte limaskestast väljete kujul. Välilõpuseid leiame päris- ja siugkonnaliste vastseil ja veelistel sabakonnalistel. Nad on nähtavasti hulkuimsete ja kopskalade vastsete lõpuste homoloogid ja vihtuimsetelt päritud.

Maismaalistel amfiibidel esinevad kopsud. Urodeelidel

kujutavad nad endast pikki silinderjaid, anuuridel - lühikesi ümarunud kotikesi. Apoodidel on vasak kops mandunud. Individuaalses arengus tekivad kopsud neelu kõõltmise seina sopisena. Filogeneetiliselt on kopsud vanad moodustised. Nad tekkiisid liigahingamiselundina juba hooaegadel ja esinevad, nagu nägime, praegugi kopskaladel ja hulkuimsetel.

Veeliste amfiibide kopsud on seest siledapinnalised ja talitlevad peamiselt hüdrostaatiliste elunditena. Nad on seega isegi lihtsama ehitusega kui kopskalade kopsud. Maismaaliste amfiibide kopsude sisepinnal leiame aga rohkesti isekeskis liituvaid õhukeisi kurde, nii et kopsude sisepind on siin. kärjelise ehitusega. Mida enam on mingi liik maismaalise eluviisiga, seda enam on ta kopsude sisepinnal kurde. Kärnkonnadel näit. on kopsude sisepind märksa kärjelisema ehitusega kui konnadel. Mõnel salamandrilaadsetel urodeelidel on kopsud kaotsi läinud, kopsuhingamist asendab siin neelu- ja nahahingamine.

Lihtsamatel juhtudel algavad kopsud paaritust ruumist - kõrist (larynx) - mis algab pikliku kõripilu kaudu vahetult suuõõnest või neelust. Kõri külgedes on kõhred, mis on varustatud kõripilu ahendavate või laiendavate lihastega. Mitmetel urodeelidel ja apoodidel tekib - vastavalt pikale kaalale - kõri ja kopsude vahele veel hingetoru (trachea), mille seintes leiame samuti kõhrekestast toese. Anuuridel moodustab kõri lihaskest häälepaelad ja suu põhjas või nurkades kotjad häälepõied, mis häälitsemisel õhuga täituvad ja talitlevad resonatoritena. Kõri kõhred tekivad viimase lõpuskaare kõhrest.

Hingamise mehhanism on amfiibidel omapärane. Veelised, lõpustega hingavad vormid, langetades suuõõne põhja ja pigistades lõpuspilud kinni, tõmbavad ninaõõne või suuava kaudu vett suuõõnde. Suuõõne põhja tõstmisega suruvad nad selle vee läbi lõpuspilude. Maismaavormid, langetades suuõõne põhja, tõmbavad suuõõnesse õhku ja tõstes suuõõne põhja, suruvad ehk pumpavad selle kopsudesse. Konnad näit. teevad 30 niisugust pumpamisliigutust minutis.

Amfiibide kopsuhingamine ei ole üldiselt kuigi täiuslik. Võib isegi öelda, et kopsuhingamine (vähemalt paljudel) on abihingamiseks ja peaosas mängib nahahingamine. Veekogude põhjas olles (näit. külmal del aastaagadel) hingavad amfiibid ainult naha abil.

9. Ringeelundid ja vereringe.

Amfiibide ringeelundid, seoses loomade maismaaelule üleminekuga, teevad läbi suuri muutusi.

Mis puutub kõigepealt amfiibide vastsete ringeelundisse, siis on need veel kaunis sarnased kalade omadele. Süda koosneb siin samadest osadest mis madalamatel kaladelgi: kojast, vatsakesest ja arteriooskuhikust. Südames on ainult venoosne veri. Südame arteriooskuhikust algab lühike arterioostüvi (kõhuaort) ja sellest väljub kummalegi poole neli veresoont, mis vastavad kalade neljale viimasele lõpuskaare veresoonele: kolm eegmist kannavad toomalõpussoonte nime ja siirduvad lõpustesse, kust arteriaalne veri viimalõpussoonte kaudu tuleb kummalgi pool seljaaordi juuresse, mis tagapool liituvad seljaaordiks, eespool aga lähevad üle (sisemiseks) unearteriks; neljas (viimane) - arteriaalne kaar - lõpustesse ei siirdu (sest vastavat lõpust ei ole olemas), vaid liitub seljaaordi juurega otseselt, andes enne ära haru (kopsuarteri), mis siirdub arenevatesse kopsudesse.

Seoses kopsuhingamisele üleminekuga toimuvad maismaa-amfiibidel moondumisel suured muutused südame ehituses ja südamest algavate veresoonte süsteemis. Südame koda pöördub ettepoole (vatsakese ette) ja jaotub vaheseina abil kaheks: paremaks (venoosseks) ja vasakuks (arteriaalseks) pooleks. Toomalõpussooned astuvad, sedamööda kuidas lõpused ära kaovad, otseesse ühendusesse vastavate viimalõpussoonetega, moodustades arteriaalsed kaared. Esimene arteriaalne kaar kaotab ühenduse seljaaordiga, kuid jääb ühendusse unearteriga, teine jämineb tugevasti ja muutub aordi kaareks, mis, ühinedes sama suguse

kaarega vastasküljel, moodustab seljaaordi, kolmas kaob hoopis ära või jääb (mõnedel urodeelidel) aordi lisakaarena alles, neljas muutub urodeelidel kopsuarteriks, kusjuures urodeelidel säilitab ühenduse aordi kaarega, milline ühendustee on tuntud Botallo juha (ductus Botalli) nime all. Kõik nimetatud veresooned on paarilised. Nahasse minev nahaarter algab urodeelidel aordi kaare harust.

Kõnesolevate veresoonte kujunemine on õpetlikuks näiteks sellest, et uued elundid ehitatakse endistest, et loodus ei ole oma materjalivalikus "vaba", vaid peab kasutama olemasolevaid materjale ja on seega oma ajaloolise minevikuga seotud.

Amfiibide venoosses süsteemis toimub kalade omaga võrreldes samuti muutusi. Põhiliselt on need samad muutused, mis esinevad juba kopskaladel.

Sabapiirkonnast ja kusesuguelunditest tulevad veresooned liituvad urodeelidel tagumisteks kardinaalveenideks nii nagu kaladelgi. Anuuridel on aga tagumised kardinaalveenid kadunud, nende asemele on tekkinud paaritu tagumine õõnesveen (vena cava posterior). Selle tagaosa tekib kardinaalveenide arvel, selle eesosa on uudisarendiks. Tagajäsemete veri koguneb mõlemal pool niudeveenisse (v. ilíaca), mille üks haru - neeru värativen (v. portae renis) - suundub neerusse, teine haru aga liitub samasugusega teisel pool kõhuveeniks (v. abdominalis), mis hiljem koos seedeelundist tulevate veenidega moodustab maksa värativeeni (v. portae hepatis). Viimane suubub tagumisesse õõnesveeni, õõnesveen - venoosurkesse.

Peapiirkonna veri tuleb välimise ja sisemise kägiveeni (v. jugularis externa et interna) kaudu, eesjäsemete veri rangluuveeni (v. subclavia) kaudu urodeelidel (nagu kaladelgi) Cuvier juhasse, anuuridel aga - eesmisesse õõnesveeni (v. cava anterior). Viimane on Cuvier' juhast tekkinud ja erineb temast selle poolest, et ta keha tagaosast tulevaid veene vastu ei võta. Nii Cuvier' juha kui ka eesmine õõnesveen suubuvad südame parema koja ees olevasse venoosurkesse.

Amfiibide vereringe - eeskätt kõgemate vormide oma - toimub järgmiselt. Kehast tulev venoosne veri (koos nahast tuleva arteriaalse verega) tuleb venoosurke kaudu südame paremasse kohta ja siit vatsakese paremasse ossa, kuna samaaegselt kopsudest saabuv arteriaalne veri tuleb südame vasaku koja kaudu vatsakese vasakusse ossa. Et südame vatsakese seinad on rikkalikult lihaspõrgakestega varustatud ja anuuridel kulgeb piki vatsakese põhja isegi kurd ja et vatsake täitub mõlemalt poolt tuleva verega samaaegselt ning lahkub siit kiiresti, siis ei ole vatsakeses arteriaalse ja venoosse vere segunemine kuigi suural määral võimalik. Vere edaspidise liikumise mõistmiseks on vaja teada, et südame arteriooskuhik algab südame vatsakese paremast osast, et see on pikutise spiraalse kurru varal osalt poolitatud ja et vatsakese parem osa kõondub veidi varem kui vasak osa. Vatsakese kokkutõmbumisel satub seega arteriooskuhikusse kõigepealt venoosne veri ja, tänu selle spiraalse kurru asetusele, siirdub siit kõige lähematesse arteritesse - kopsuarteritesse. Nüüd muudab spiraalne kurd oma asendit ja avab verele tee järgmistesse arteritesse, s.o. aordi kaartesse. See veri on enam-vähem segunenud. Lõpuks, kui aordi kaartes on vere rõhk tõusnud, läheb veri ka kõige eesmistesse arteritesse - unearteritesse. Need saavad aga juba enam-vähem arteriaalse vere.

Et amfiibide keha (peale pea) segunenud vere saab ja et hingamiselundidki ei ole siin, nagu nägime, veel kuigi hästi arenenud, sellest mõistamegi, miks amfiibide ainevahetus ei ole veel kuigi intensiivne, et nad oma eluavaldustes on alles loiid ja et nende kehatemperatuur on madal ning eleneb ümbruskonna temperatuurist (külmaverelised ehk poikilotermised loomad).

Amfiibide vere punalibled (erütrotsüüdid) äratavad tähelepanu oma suurusega. Kujult on nad piklikud ja sisaldavad tuuma. Punaliblede suurus tingib nende üldise pinna väiksuse ja ka see asjaolu on seoses amfiibide ainevahetuse aeglusega. Amfiibide vere valgelibled (leukotsüüdid) on väga suural määral fagotsüteerivad ja nende arv on suhteliselt suur (konnal näit. on

1 mm³ veres üle 30 tuhande leukotsüüdi).

Vere hulk on amfiibidel juba märksa suurem kui kaladel: 4,8% keha raskusest.

10. Erituselundid.

Amfiibide erituselunditel (ja suguelunditel) on rohkesti sarnasust madalamate kalade omadega.

Loodetel esineb eelneer (pronephros) ja funktsioneerib siin kuni metamorfoosini. Metamorfoosi ajal asendub ta lõpliku neeruga. Täiskasvanud loomadel kujutab see (neer) endast tumepruuni paarilist kehakest kõhuõõne seinas, selgroo kõrval. Urodeelide ja apoodide neerud on pikad ja eristunud kaheks osaks: eesmiseks kitsamaks seksuaal seks osaks, mis isasloomadel funktsioneerib seemnevedeliku edasiandjana, ja tagumiseks laiemaks ekskretoorseks osaks. Anuuride neerud on lühikesed, kompaktsed ega osuta niisugust liigendust, kuid siingi tavaliselt jääb isasloomadel neeru eesosa seemnesarjaga ühendusesse ja on seega seemnevedeliku edasiandmise teenistuses. Emasloomadel neerude eesmine osa suguelunditega ühenduses ei ole.

Amfiibide neerude nefronid on osalt veel virvalehtrite (nefrotoomide) varal kehaõõnega ühenduses ja luubi abil on võimalik virvalehtrite avasid näha. Anuuridel on nefrotoomid kaotanud ühenduse nefronitega.

Neeru serva mööda kulgeb neerujuha (Wolffi juha). Tagapool lähenevad neerujuhad teineteisele ja avanevad kloaaki. Anuuride isasloomadel on Wolffi juha enamasti nii kuse- kui ka seemnejuhaks ja tema tagaosalaieneb seemnevedeliku reservuaariks - seemnepõiekeseks (vesicula seminalis). Urodeelide isasloomadel suubuvad aga neeru ekskretoorse osa nefronid kusejuhade kaudu Wolffi juha lõppossa või kloaaki ja Wolffi juha jääb siin seega seemnejuhaks.

Neerude ekskretoorse osa kusejuhade - kui nad eraldi olemas on - kujutavad endast Wolffi juha lõpposast väljakaasunud kanaleid ja arenemislooliselte võib amfiibide neeru seega pida-

da taganeeruks ehk opistonefroseks.

Kloaagi kõhtmisest osast sopistub välja õhukeseseinaline ruumikas kusepõis. Amfiibide kusepõis ei ole seega kalade omaga homoloogne. Kusepõis on siin eritatud ainevahetussaaduste reservuaariks, kuid samaaegselt on ta ka elundiks, millest organism saab vajaduse korral vett ammutada ja seega oma kudede veesisaldust reguleerida.

Neerude pinnal leiame pikliku lameda heledamat värvust kehakese - neerupealise (glándula suprarenális). See on sise-sekretsiooninääre ja toodab adrenaliini, mis ahendab veresooni.

11. Suguelundid ja sigimine. Sigimisbioloogia.

Amfiibid on lahsugulised (gonohoristid), ja kui siin esinebki liitsugulisuse (hermafroditismi) nähte (näit. kärnkonnadel), siis on need juhuslikkudeks nähtusteks.

Nagu juba tähendatud, sarnaneb amfiibide suguelundite organisatsioon madalamate kalade omaga.

Munasari (ovaarium) kujutab endast kas kotjat (urodeelidel) või vaheseintega kambriteks liigendatud paarilist moodustist (anuuridel). Kõhukelme duplikatuuri (mesoovaariumi) abil kinnituvad munasarjad kehaõõne selgmisele seinale. Suvel ja sügisel on munasarjad võrdlemisi väikesed, kevadeks aga muutuvad nad suureks ja on nüüd pakil täidetud munarakkudega. Valminud munarakud langevad munasarjadest välja kehaõõnde ja toimetatakse siit kõhukelme ripsmelise epiteeli tegevusel munajuhasse, mille kaudu nad kloaaki ja siit vabasse loodusesse satuvad.

Munajuha (oviductus) on pikad torujad keerdunud elundid. Eriti pikad on nad anuuridel. Kumbki munajuha algab kehaõõne eesotsas lehterja suudmuga ja avaneb kloaaki. Munajuha suue kinnitub südame ümbrisele ja koos sellega teeb kaasa pulseerivaid liigutusi, mis soodustab munarakkude edasiminekut munajuhasse. Munajuha lõpmist osa kutsutakse emakaks (uterus). Munajuha eesmine pind (limaskest) on näärmerikas ja need näärmed eritavad siit läbiminevate munarakkude ümber paksu tiheda kesta. Arene-

mislooliselt on munajuhad Mülleri juhad.

Apoodide seemnesarjad ehk raiad (testis) koosnevad rohkestest üksikutest osadest, mis on üksteisega pikutise kanali varal ühenduses. Urodeelide raiad on piklikud, anuuride omad ovaalsed või kerajad. Nii nagu munasarjad, nii on ka raiad kinnitatud kõhukelme duplikatuuri (mesorhiumi) varal kehaõõne seinale. Raigadest väljuvad tillukesed kanalikesed - viimajuhad (vasa efferentia) ja suubuvad neeru seksuaalsesse ossa. Neeru seksuaalsest osast siirduvad seemnerakud neerujuhasse (Wolffi juhasse) ja selle kaudu kloaaki. Tuletame meelde, et enamikul anuuridel on neerujuha nii seemne- kui ka kusejuhaks, teistel amfiibidel aga ainult seemnejuhaks.

Anuuridel on gonaadidega ja urodeelidel neeru seksuaalse osaga ühenduses erilised lümfoidsed lintjad või sagardunud elundid - rasvkehad (corpora adiposa). Need on tekkinud gonaadide sugemete arvel. Sõgisel on nad suured ja sisaldavad rohkesti rasvaineid, kevadel, pärast kudemist, on nad väikesed. Rasvkehad ei ole siiski mitte ainult lihtsateks rasvainete kogunemiskohtadeks (sugurakkude toitmiseks), vaid ühtlasi ka sisesekretsiooninäärmeteks: nende eemaldamine kutsub esile gonaadide degeneratsiooni.

Kärnkonnal sil on gonaadide eesmine osa oma arengus peatuma jäänud väga varasele arenguastmele: ta koosneb indiferentseist, noorte munarakkude sarnastest rakkudest, kujutades endast seega "redutseerunud munasarja", ja kannab Bidderi elundi nimetust. Kevaditi ta redutseerub, hiljem regenereerub uuesti. Isasloomade kastratsiooni korral kujuneb Bidderi elund munasarjaks, Mülleri kanali suge - munajuhaks ja isasloom muutub emasloomaks.

Amfiibide sigimine on alles tihedalt seotud välismaailmaga ja nimelt veega või niiskusega. Munade munemine (kudemine) toimub kevaditi või (troopilistel aladel) vihmaperioodidel. Selleks ajaks tekivad paljudel vormidel mitmesugused kohastumused vee-elule ja seksuaalne dimorfism suureneb. Paljudel

konnadel näit. muutuvad tagajala varvaste vahelised ujulestad märksa suuremaks, vesilikkude selja- ja sabauim suureneb ja muutub veresoontेरikkaks (kohastumus veelisele hingamisele), isasloomad muutuvad väga liikuvaks, hakkavad häälitsema, paljude vormide isasloomad omandavad kireva värvuse ("pulmarüü") jne.

Kaugelt enamik anuure ja urodeeliid munevad oma munad vette kudu kujul või üksikult. Kudu kujutab endast enamasti kas munarakkude vormitud kogumikku, vorsti (mudakonn) või nõõri (kärnkonnadel). Ungid ja enamik urodeele munevad oma munad üksikult, kinnitades nad veealustele taimedele.

Kesk-Euroopas elutseva kõidikkonna (Alýtes obstetricans) isasloomad mässivad munanõõri oma tagajalgade ümber ja siirduvad nendega niiskesse paika. Siin arenevad muna kestades looted ja kui need hakkavad kooruma, läheb isasloom vette, kus kullased munakestast vabanevad. Vastse arenemine ei ole siin järelikult enam kogu ulatuses veega seotud, küll aga niiskusega.

Mitmete troopiliste amfiibide loodete arenemine toimub emas- või isaslooma keha mahlade miljöös: kärkonnal (Pipa americana) emaslooma seljas tekkivates aukudes, nokiskonnal (Rhinoderma darwini) isaslooma häälepõies, taskukonnal (Gastrotheca marsupiatum) emaslooma seljal asetsevas "taskus" jne. Et niisugune vabanemine olenevusest vees arenemisest võis kujuneda just siin, saab mõistetakse, sest troopilistel aladel on paljud väekogud väga ajutise iseloomuga ja vees on vähe hapnikku (miks?).

Mõnedel amfiibidel esineb ka munaspoegimine (ovovivipaarsus) ja poegimine (vivipaarsus). Tähniksalamandril (Salamandra salamandra) arenevad munad (looted) munajuhas (emakas) kuni vastse staadiumini ja lähevad alles siis vette, kus nad oma arenemise lõpetavad. Alpisalamandril (Salamandra atra) toimub munade (vastsete) arenemine kogu ulatusel emakas. Munarakke on siin 30-40, kuid neist arenevad noorteks loomadeks ainult 2-4, teised lammutatakse ja nad lähevad vastsete toitumiseks.

Siugkonnalisel munel on munad tavaliselt samadesse ur-
gudesse, kus nad elavad. Emasloomad keerduvad oma kehaga muna-
rakkude ümber, nii et need kuivamise eest kaitstud on. Mõned
siugkonnalisel on vivipaarid.

Munade munemise (kudemise) viis on osalt seoses ka muna-
kestade, eeskätt välimise (tertsiaarse) munakesta ehitusega.
Anuuride välimine munakest on homogeense ehitusega. Vees pai-
sub see kest paksuks sültjaks massiks. Tänu sellele ongi siin
võimalik munarakkude kokkukleepumine suuremaks kuduks või nõõ-
rideks ja nende kleepumine veealustele asjadele. Niisugusel mu-
nakestal on siin teisigi ülesandeid: ta hoiab munarakud üks-
teisest eemal, nii et looted hingamiseks küllalt õhku saavad;
ta meelitab munarakkude juurde vetikaid, kes eritavad hapnikku
ja seega omakorda loote arenemist soodustavad; ta on nagu lääts,
mis kogub munarakusse soojust, ja lõpuks on ta vastsele toi-
duks selle esimestel elupäevadel.

Urodeelide tertsiaarne munakest on õhem, ka kleepuv, kuid
osalt kiulise struktuuriga. Niisugune kest on märksa tugevam ja
võimaldabki urodeelidel oma munad muneda üksikult. Veelgi tihe-
dam on näit. köidikkonna tertsiaarne munakest. Väga tihe ja kõ-
va on ta siugkonnalisil.

Munarakkude viljastumine on enamikul anuuridel ja mõnedel
urodeelidel väline. See toimub munade munemise ajal ja on anuu-
ridel seoses paarimisega: isasloom hoiab eesjäsemetega emasloo-
ma ümbert tugevasti kinni ja eritab oma seemnevedeliku munarak-
kudele (munadele), kui need emaslooma kloaagist väljuvad. Emas-
looma hoidmiseks on isasloomadel eesmistel jalgade (käppade) si-
semisel varbal suur kare mõhn ("pulmatügas"), mis eriti suu-
reks kasvab paarimise ajaks.

Kaugelt enamikul urodeelidel esineb seesmine viljastumi-
ne: isasloomad heidavad kevadisel paarimismängudel oma seemne-
rakud väikese pakikese, spermatofoori kujul vette või kleebi-
vad selle veealustele taimedele ja emasloomad püüavad selle oma
kloaagiga nagu rüübares kinni, nii et munarakud kloaaki läbides

ühinevad seemnerakuga.

Seegmine viljastumine esineb ka ovovivipaarsetel ja vivi-paarsetel amfiibidel ja siugkonnalisil. Viimastel esinevad ka kopulatsioonielundid.

Munade arv on amfiibidel vastavuses munade arenemise tingimustega. Niisugusel korral, kui munad ja neist arenevad vastsed jäävad vette täiesti iseenda hooleks, nii et nende hävimise oht on küllalt suur, on ka munade arv suur. Niisugusel korral aga, kui vanemad munevad oma munad peidulistesse paikadesse või jätavad nad oma kaitse alla või kui looted arenevad vanemate keha mahlade miljöös või emakas, nii et loodete (vastsete) ellujäämine on enam-vähem kindlustatud, on munade arv väike. Tavaline kärakonn näit. muneb 1200-7000 muna, rohukonn 1500-4000 muna, köidikonn 60-120 muna, vesilikud 60-200 muna, nokiskonn 20-30 muna, kärgkonn 50-100 muna, tseiloni kalamadulik (siugkonnaline) 10-15 muna.

12. Ontogeneetilisest arenemisest. Metamorfoos.

Amfiibide seemnerakud (spermatoosidid) on pika peaosaga. Ketaskonna (Discoglossus) seemnerakud äratavad tähelepanu oma suurusega: nad on kuni 5 mm pikad. Sugurakkude kuju on rühmavaheliselt väga varieeruv, mitte ainult eri perekondade, vaid ka eri liikide seemnerakud võivad erinevad olla. Sellega seletubki, miks amfiibide juures on lähedaste liikide ristumine väga haruldaseks nähtuseks.

Amfiibide munarakud (munad) on üldiselt õige suured ja rebarikkad (polületsitaalsed). Munaraku pindmine osa - välja arvatud väike ümardunud areaal vegetatiivsel poolusel - sisaldab rohkesti musta pigmenti (melaniini). Munetud munarakk pöördub oma kesta sees alati nii, et pigmenteeritud poolus jääb ülespoole. Pigmenti ülesandeks on soojuste kogumine (absorbeerimine) ja munaraku kaitsemine ultravioletse valguse eest.

Vastavalt oma ehitusele teevad viljastatud munarakud enamikul juhtudel läbi totaalse (täieliku), kuid inekvaalse (eba-

võrdjaguse) lõigustumise. Kui rebu on väga palju, siis esineb diskoidaalne (kettaline) lõigustumine. Juba varakult hakkab loote tsentrisse kogunema vedelikku ja blastomeerid tõrjutakse kõrvale - tekib blastula ja selle sees blastotsööl. Blastotsööli laes on nüüd animaalse pooluse väikesed rakud (mikromeerid), blastotsööli põhjas vegetatiivse pooluse suured rakud (makromeerid). Mikromeeridest kujuneb hiljem ektoderm, makromeeridest entoderm, kuna vahepealse tsooni, "piiritsooni" rakud on mesodermi ja seljakeeliku algneks.

Gastrulatsioon toimub invaginatsioonini ja epiboolia teel. Invaginatsioon algab piiritsoonist veidi allpool, loote tagumisel küljel: massiivne mesodermi suge koos seljakeeliku sugemega sopistub blastotsööli sisse - tekib gastrotsööl ehk ürgsooleõõs. See tõrjub blastotsööli kõrvale. Osa blastotsööli jääb aga (anuuridel) "komplementaarse õõne" kujul alles ja liitub hiljem gastrotsööluga. Blastula piiritsooni mesodermi (ja seljakeeliku) sugeme rakud nihkuvad mikromeeride alla ja moodustavad ürgsoole lae. Makromeerid ei sopistu sisse, vaid pöörduvad koha peal ümber, nii et nende esialgne välispind jääb gastrotsööli (gastraalõõne) põhjaks. Samaaegselt toimub epiboolia: piiritsooni ektodermi rakud kasvavad makromeeride (entodermi rakkude) peale, nendest üle. Pealekasvava rakumassi serv (mook) liigub poolringina kogu aeg edasi ja tõmbab gastropoori suunas koomale. Gastropoorist ulatub esialgu välja makromeeride kogumik - rebukorgi kujul. Lõpuks sulgub ka gastropoor ja omandab pikutise pilu kuju. Selle pilu ülemine osa kattub hiljem närvisüsteemi sugemega ja muutub kanaliks, mis närvitoru õõnt ürgsooleõõnega ühendab, selle alumine osa kujuneb pä-rakuks.

Ürgsoole põhjas on rikkalikult makromeere. Need kujundavad entodermi. Entodermi rakkude massi servad kasvavad lõpuks üleväl teineteisega kokku - tekib soolтору. See jääb gastropooriga ühendusse, vastasotsas tekib loote suuava. Ürgsoole lagi koosneb kahest rakukihist: välimisest ektodermaist ja sisemi-

gest - mesodermi ja seljakeeliku sugemest. Selle rakukihi keskne osa annab seljakeeliku, selle servmised osad - mesodermi. Mesoderm eristub selgmises osas ürgsegmentideks (somitiideks) ja kõhtmiseks osaks - kuljeplaadiks. Kuljeplaadide sisse tekib nn. teisene kehaõõs ehk tsöloom.

Ürgsoole lae ektodermaalne osa moodustab peagi pikutise plaadi - närviplaadi, mille servad kasvavad ülespoole ja üleval lõpuks kokku: tekib närvitoru, tulevase närvisüsteemi süge. See vajub peagi ektodermi alla, ektoderm kasvab sellest üle.

Samaaegselt kasvab loode pikemaks, hakkavad eristuma pea ja saba. Umbes nädala pärast (olenevalt temperatuurist) on loode välja kujunenud, päeva-paari pärast "sulatab" ta munakestad läbi ja tuleb välja, vette. Nüüdsest peale kannab ta vastse ehk kullese nimetust.

Amfiibide kullesed meenutavad tugevasti kalu. Nad elavad vees, nad on pika kerega ja tugeva pika sabaga. Esialgu nad hingavad välislõpustega. Hiljem välislõpused (anuuridel) atrefeeruvad, tekivad lõpuspilud ja siselõpused. Selleks ajaks, kui kopsud on tekkinud, hakkavad manduma ka siselõpused, kullesed lähevad hiljem üle kopsuhingamisele. Naha pinnal esinevad kuljejooneelundid.

Anuuride kullesed imevad end esialgu oma suupiirkonnaga sültja munakesta külge, hiljem aga vetikate ja teiste veealuste esemete külge. Veel hiljem, kui nende saba on küllalt pikaks kasvanud, hakkavad nad ujuma. Selleks ajaks on ka juba suu kujunenud: mokad moodustavad ringja "lehtri", mille põhjas leiame kaks tugevat sarvlõuga, mokaade servadel on mitu rida tillukesi madalaid sarvhambakesi. Kullesed kujunevad seega taime toitlaseks. Nende suuaparaat on nagu mingi hõõrel, mille varal kullesed hõõruvad tükikesi lahti nii elusatait kui ka surnud (mädanevatelt) taimedelt ja surnud loomsetelt organismidelt. Peagi ilmuvad jäsemed. Sooltoru kasvab pikaks.

Urodeelide vastsetel suulehtrit ja sarvhambakesi ning sarvlõugu ei teki, neil tekivad kohe samalaadsed lõuad, nagu

need esinevad täiskasvanuilgi. Vastavalt sellele on nad algselt peale röövlloomad, toituvad väikestest selgroogseist. Pika soolтору ei teki. Silmad tekivad varakult ja on suured (toidu otsimine). Siselõpuseid ei teki üldse.

Moone (metamorfoos) - selle all tuleb mõista kõiki neid arenemistähtsi, mis on seotud vastse üleminekuga maismaaeluviisile - toimub sama aasta sügisepoolikul.

Kuna anuuride vastsed märksa enam erinevad täiskasvanuist kui urodeelide omad, siis on nende moone märksa ulatuslikum. Vastsed lakkavad toitumast. Soolтору resorbeeritakse ja selle asemele tekib uus. Suuaparaat heidetakse ära, "vastse suu" datakse lõpliku suuga. Veri hakkab liikuma ainult kopsuarteritesse, lõpused ja lõpuspilud kaovad. Silmad kasvavad suureks. Nahk muudab tunduvalt oma ehitust. Saba kaob ja saba materjali arvel toimuvadki kõik kirjeldatud nähtused.

Urodeelide vastsete juures on metamorfoos sijuvam ja märksa vähema ulatusega. Metamorfoos algab hiljem. Suuremad muudatused toimuvad ainult hingamis- ja ringeelundite ehituses ja naha ehituses ja sedagi maismaalistel vormidel.

Metamorfoosi kiirus oleneb suurel määral vee temperatuurist. Külmas vees toimub metamorfoos märksa aeglasemalt kui soojas vees. Rohukonna moone näit. lõpeb 25° temperatuuri juures 2 kuu võrra varem kui 10° temperatuuris. Sellest tuleneb, et põhjapoolsetel aladel mõnikord vastsed ei jõuagi samal aastal metamorfoosi läbi teha ja moonduvad alles järgmisel aastal. Sel puhul tekivad mõnikord hiidvastsed.

Taljudel urodeelidel, vastavalt elutingimustele, jääb metamorfoos pikemaks ajaks toimumata või ei toimu üldse. Metamorfoosi kirjeldamise poolest on eriti tuntuks saanud Ameerikas elavate tõmpsuud (Amblystoma), kelle vastsed on tuntud akso-
lotli nime all. Aksolotlid on sama suured nagu nende vanemadki, nad saavad suguküpseks ja sigivad. Loomade signumist vastsest nimetatakse neoteeniaks. On põhjust arvata, et mitmed urodeelide sugukonnad - angervesilikud, sireenlased, proteuslased

- on neoteensed vastsed, kes on metamorfoosisivõime kaotanud. Niisugusele evolutsioonilisele neoteeniale võib vaadata kui kord maal elanud urodeelide taas vette siirdumisele. Neoteenia näitab ühtlasi, et loomad võivad põlvneda ka oma eellaste vastsalistest vormidest.

Suguküpseks saavad amfiibid väga mitmesuguses vanuses. Üldiselt toimub see võrdlemisi varakult: vesilikud ja ungid näit. saavad suguküpseks teisel eluaastal, konnad - kolmandal, kärnkonnad kolmandal-neljandal, mudakonnad teisel-neljandal eluaastal. Kasvamine suguküpsuse saabumisega ei lakke, see kestab edasi veel aastaid.

Akvaariumi- ja terraariumitingimustes elavad amfiibid küllalt kaua: on tähendatud, et näit. mudakonn elab siin 11 a., rohukonn 18 a., harivesilik 28 a., tavaline kärnkonn 36 a. jne.

13. Elutingimused, ökoloogiline levik, olemenus teistest organismidest.

Amfiibide olemenus ümbritsevast loodusest, eeskätt abiootilistest tingimustest on alles väga tihe. Amfiibide põhilisteks abiootilisteks elutingimusteks (peale toidu) on niiskus ja soojus. Et amfiibid on peamiselt niiskete alade või koguni veeriigi elanikud ega suuda kuigi kaua elada kuivas miljöös ja et nende sigimine on tavaliselt kõige tihedamini seotud veega, seda oleme korduvalt võinud näha. Kui mitmed amfiibid elavad puudel ja võivad isegi liuelda (vt. allpool), siis sünnib see ikkagi niisketes metsades, ja kui mitmed amfiibid (slugkonnaliised, mudakonn, kaevakonn jne.) elavad maa sees, siis on meil ju siingi tegemist niiske miljöoga. Me tunneme ka selle nähtuse põhjust: niiske sarvumata nahk, naha abil hingamine, õhukesed munakestad ja lootekestade puudumine loodetal.

Ainukeseks veeriigi alaks, kus amfiibe ei leidu, on soolased veekogud. Soolast vett amfiibid ei talu. Konnad näit. surevad 5%-lises keedusoolalahuses 2,5 tunni pärast, 2%-lises 7 tunni ja 1,5%-lises lahuses 24 tunni pärast.

Nii nagu vee-, nii on amfiibid põhiliselt ka soojaala vormid. Tähelpanekud näitavad, et soojadel aladel on amfiibid kõige aplamad ja aktiivsemad. Katsed näitavad, et madalas temperatuuris ei reageeri amfiibid miljöõ ärritustele kas üldse või nad ei reageeri neile normaalselt ja et soojuuses tõuseb nende ärritatavus tunduvalt ja suureneb reaktsioonide kiirus. Juba +7° temperatuuris tarduvad amfiibid: suluvad silmad ja lakkavad reageerimast ärritustele. Ka ei suuda amfiibid taluda tugevat külma: ainult mõned neist suudavad taluda kuni -1,5° temperatuuri ja isegi külmuda, kusjuures nad aeglaselt sulamisel taas ellu ärkavad ja vigastamatuks jäävad. Noored loomad kannatavad külmumise paremini välja kui vanad.

Üldust on ühtlasi selge, miks amfiibid kõrbealadel ja kuivades piirkondades peaaegu täielikult puuduvad, miks amfiibid on meie aladel ja palearktillises regioonis üldse vähe ja miks, teisest küljest, amfiibide liikide arv ekvaatori suunas kiiresti tõuseb ja miks amfiibid troopilistes metsades esinevad massiliselt. Põljarjoonest põhja poole ulatub ainult kolme amfiibi - rohukonna, rabakonna ja siberi nurgilhammas-vesiliku levila. Meil Eestis näit. esineb 10 amfiibiliiki ja neid võiks siin esineda enamgi, kuid Kesk-Aasias, määratu suurel kuival maa-alal elutseb kõigest 2 amfiibiliiki: järvekonn ja rohukäppkonn. Ekvaatoripiirkonna niisketes metsades on iga kohake, alates maa-aluste veekogudega ja lõpetades kõrgete puulatvade, amfiibidest rikkalikult asustatud. Laiadesse agaavide ja ännasside lehekaenaldesse kogunenud vett kasutavad amfiibid isegi kudemiseks.

Troopiliste alade elutingimustes - alaliselt ühtlase temperatuuri ja niiskuse juures - on amfiibid ühtlasi kogu aeg enam-vähem ühtlaselt aktiivsed. Troopilistes kõrbes ja savannides, kus niiskuserožiim tugevasti vaheldub - pöuad vahelduvad vihmaperioodidega - avaldab see amfiibide aktiivsusele märgatavat mõju: pöua tuleku eel täidavad neist paljud (näit. Bröviceps, Chiroleptes jne.) oma lümfuurked veega, kaevuvad maasse

ja jäävad sisse. Põhjapoolsetel aladel, kus temperatuuri se-
soonsed kõikumised suured on, täheldame amfiibide taliunne jää-
mist: nende ainevahetus langeb, nende ärritatus langeb või
kaob jne. Juba enne taliunne jäämist hakkab nende maksasse glü-
kogeeni kogunema, funktsionaalsete kapillaaride arv nahas suu-
reneb. Järve-, vee- ja rohukonn veedavad taliune veekogude põh-
jas, kärnkonnad, rabakonn, mudakonn ja vesilikud - kuival:
keldrites, koobastes, kändude all, näriliste urgudes jne.

Vastavalt temperatuuri ja niiskuse kõikumisele osutavad
amfiibid ööpäeva jooksul oma aktiivsuse tsüklilisust: kuivamaa
liigid (rohukonn, kärnkonnad, harivesilik jne.) liiguvad ja te-
gutsevad peamiselt ösiti (niiskus), veelised vormid, vastuoka-
sa, on päeval (soojuses) aktiivsemad kui öösel.

Amfiibide olenevus teistest organismidest (loomadest) aval-
dub eelkõige toidus - teiste loomade olemasolus. Tavaliselt -
sügisajajärk välja arvatud - on pea kõik amfiibide toimetu-
sed koondunud toitumisele; nad on õgilad loomad ja püüavad kü-
gistada kõiki olendeid, kellest jõud üle on. Seejuures on nad
siiski, isegi kaladega võrreldes, õige abitud, sest neil puudu-
vad igasugused pealetungivahendid.

Omavahelises suhtlemises ja suhtlemises teiste loomadega
on amfiibide juures määravaks teguriks nende kaitsetus ja när-
vitegevuse madal tase. Aktiivsed kaitsevahendid puuduvad am-
fiibidel peaaegu üldse. Seetõttu nad on "arad" loomad ja püüa-
vad vajaduse ja võimaluse korral peitu püüda. Spetsiaalseid
kaitsevahendeid on amfiibil vähe: mürginäärmed, kaitsevärvus
ja üksikutele ka hambad. Maismaalistel amfiibil on mürginäär-
meid enam kui veelistel vormidel: nad on seetõttu kiskjate loo-
made, röövlindude ja välisparasiitide vastu paremini kaitstud
kui viimased. Kaitsevärvus esineb kaugelt enamikul amfiibil
ja on kaitsemata tõhusaks kaitsevahendiks. Rida amfiibe on ro-
helised (veekonnad, lehakonnad jne.), mõned meenutavad koltu-
nud puulehti, mõned mullapinda (mudakonn), mõned samblikke, mõ-
ned puukoort jne. Ameerika lehakonn Hyla squierella näit. on

nlivõrd männi koore karva, et teie männi tüvel on raske ära tunda. Kaitsevahendiks on muidugi ka värvuse muutumine. Amfiibide passiivsete kaitsevahendite hulka võiks lugeda ka nende suurt regeneratsioonivõimet. Madalamatel vormidel kasvavad mõnede kaetsiläänud kehaosade asemele isegi uued. Vesilikkudel näit. kasvavad äralõigatud varvaste asemele viie-kuue nädala jooksul uued. Vigastatud kehaosad paranevad amfiibidel hästi, haavad ei lähe mädanema. Äratulnud saba asemele kasvab uus. Ka võivad amfiibid kaua aega elada toiduta.

Närvitalitluse madal tase tingib amfiibidel üksildase elu ja selle monotoonsuse. Nad elavad igati omaette, nad ei tee uksteisest väljagi. Mitte kooselamise instinkt ei ole see, mis amfiibe sageli kokku viib ja koos hoiab, vaid toit ja soodis ümbrus. Erandiks on kevadine paarimisaeg. Kõnnade krooksumist on nüüd rohkesti kuulda, nüüd liiguvad nad päevalgi, tõsi küll, iga kahtluse korral mutta või rohusse peitu pugedes.

Närvitegevuse primitiivsusega seletub osalt seegi, et amfiibide juures kooseluline side vanemate ja järglaste vahel on masti peasegu puudub. Kaugelt enamik amfiibe ei tee oma vastsetest väljagi, nad on üksikõiksed ka küünilisel veekogu valiku suhtes. Lõimetishooldus esineb väga vähestel ja sedagi kõige primitiivsemal kujul. Sageli on siin tegemist rohkem organisai kehalise kohastumisega ebasoodsatele sigimistingimustele kui tõelise lõimetishooldusega.

Lõimetishoolduse primitiivsus, kaitsetus, kogemata ohustamise võimatus, rohked vaenlased: kalad, maod, kured, inimesed jne., suur olematus ilmastikutingimustest - kõik see vähendab amfiibide arvu. Kulleseid hävib sageli massiliselt veekogude kuivamisel. Sellest on tingitud ka suurendatud suremus nende populatsioonide suuruses. Mis amfiibe nende väljasiremisest siiski on hoidnud ja hoiab, see on nende suur sigivus, osalt ka suur vastupidavus.

14. Sistemaatiline ülevaade.

Kaasaegsed amfibid jagunevad kolmeks seltsiks: sabakonnalised, slugkonnalised ja päriskonnalised.

Sabakonnaliste selts (Urodela, Caudata).

Sabakonnalised (urodeelid) on kõige madalamalt organiseeritud amfibideks ja ositavad mitmeid regressiivseid tunnuseid. Nende keha on pikaks veninud, kere läheb pikkamisi üle külgedelt litsutud või ümardunud sabaks. Jäsemed enamasti hästi arenenud ja ühepikkused. Jäsejalgaladel 3-4, tagajalgadel 2-5 varvast

Selgroolülid on kas amfi- või opistotsoölsed. Keralülidele kinnituvad mandunud roided, mis vastavad kalade ülaroietele. Kolju suhteliselt hästi arenenud. Lauba- ja kiiruliud ei ole liitunud. Esinevad paarilised silmakillid (orbitosphenoides). Ruutsarnaluu puudub, nii et ülalõualuu tagaserv lõpeb vabalt. Lisakililuu (parasphenoidesum) väga lai, suulaelu kaob ära või liitub sahkluuga. Hambad sahk- ja suulaeluul, enamasti ka lõualuudel.

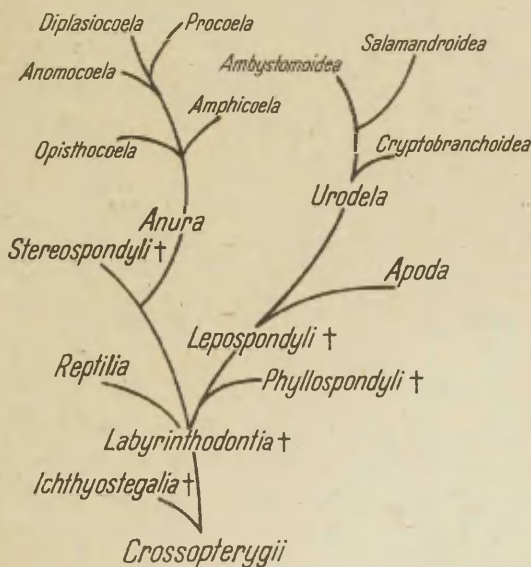
Rangluud puuduvad. Kõunar- ja kodarluu, samuti ka sääre- ja pindluu ei ole liitunud. Vabadeks jäävad ka randme ja kanna luud. Jäsemete ehitus on seega primitiivne ja eristumata.

Trummiõõs ja trummiüle puuduvad. Sellele vaatamata on kuulmelukesed olemas, nii et trummiõõne ja trummiüle puudumine näib olevat sekundaarseks nähtuseks. Veelistel vormidel säilivad kogu eluaeg külgejooneelundid, silmadel puuduvad laud. Juhativaks meeleks on haistmine.

Madalamatel vormidel säilivad kogu eluaeg välisõlpsed (harva isegi sisesõlpsed). Reaal vormidel kaovad lõpused ära, kuid lõpuskaared ja lõpuspilud säilivad. Enamikul kaovad kõik lõpustega ühenduses olevad moodustised ja hingamine toimub peamiselt kopside abil.

Sida on veel võrdlemisi lihtsa ehitusega: sõdame koda on ainult kõrgematel vormidel vaheseinaga poolitatud. Paljudel

vormidel säilivad kõik neli arteriaalset kaart. Madalamatel vormidel, vastavalt lõpuste säilimisele, säilivad ka lõpusarterid. Esineb tagumine õnesveen, kuid säilivad ka tagumised kardinaalveenid.



Kopulatsioonielundid puuduvad, kuid viljastus on siiski (üksikud erandid välja arvatud) seegmine. Osa urodeele on ovi-, osa vivipaarid. Rea liikide juures esineb neoteenia.

Urodeelid on levinud põhjapoolkeral, peamiselt Lõuna-Ameerikas. Üksikuid liike esineb ka Kesk- ja Lõuna-Ameerikas.

Sistemaatilises mõttes osutavad urodeelid kaunis suurt mitmekesisust ja jagunevad reaks sugukondadeks. Me asetaksime siin esikohale anatoomiliselt lihtpärased vormid.

Sireenlased (Sirenidae) on angerjalaadse kehaga, üheainsa (eesmise) paari jäsemetega. Vealised vormid. Kogu eluaeg funktsioneerib 3 paari välislõpuseid. Kaela külgedel kummalgi pool 1-3 lõpuspilu, mis viivad lõpuskoopaisse, kus asetsevad sise-lõpused. Selgroolülid amfitsöölised. Hambad sahkludel. Silmad läbipaistva nahaga kaetud. Võimalik, et sireenlased on neoteenssed vormid ja salamanderlastest põlvnenud. 2 perekonda 2 liigiga, Põhja-Ameerikas.

Sisal sireen (Sirena lacertina), umbes 70 cm pikk, on levinud USA kaguosa soodes ja madalates veekogudes. Varjab end puukändude all. Ujub halvasti.

Proteuslased (Proteidae) on pikaks venitatud kehaga, nõrgalt arenenud jäsemetega, kogu eluaeg kopsudega ja kolme paari välislõpustega hingavad veelised vormid. Kaela külgedel kummalgi pool 2 lõpuspilu. Selgroolülid amfitsöölised. Võimalik, et proteuslased on neoteenssed vormid. 2 perekonda 3 liigiga.

Koopaoilm (Proteus anguinus) elab Jugoslaavia koopavetes, kuni 25 cm pikk. Silmad mandunud, naha all peidus, ei ole võimalised pildi nägemiseks. Pigment nahas kadunud, mistõttu ta on kollakasvalget värvust, lõpused helepunased. Kui koopaoilm üles kasvatada valguse käes, siis tekib nahas pigmenti ja silmad arenevad paremini välja. Kui vee temperatuur on üle 15°, siis muneb munad ja kinnitab need ühekaupa veekogu põhjale; kui veekogu temperatuur langeb allapoole 15°, siis sünnitab elusaid poegi, 2 poega korraga.

Koopaoilmi ainuke lähedane sugulane, tähnrik-vaguvesilik (Necturus maculatus), elab USA idaosas ja Kanada järvedes. Silmad tillukesed, kuid näevad küllalt hästi, olgugi et on õhukesena nahaga kaetud. Üise eluviisiga. Muneb munad liivasele põhjale erilistesse aukudesse puukändude ja vette langenud puutüvede alla varjatud paikadesse.

Peitelõpuslased (Cryptobranchidae) on suure lamoda kehaga ja suure laia peaga vormid. Silmad väga väikesed, silmalaud puuduvad, kuid lõpuspilu on enamikul säilinud, samuti ka lõpuskaa-

red. Seetõttu peetakse peitelõpuslasi "poolvastsetisteks" vormideks. Selgroolülid amfitsöölised.

Selle sugukonna kõige suuremaks vormiks (ja üldse kõige suuremaks urodeeliks) on jaapani hiidvesilik (Megalobatrachus japonicus), Jaapani ja Ida-Hiina külmaveeliste mägiojade elanik, kuni 160 cm pikk. Lõpuspilud puuduvad. Liigub aeglaselt, õise eluviisiga. Toitub tavaliselt väiksematest kaladest, krabidest, vesilikest, konnadest ja ussidest. Munad munetakse nõõridena vette. Isasloom "valvab" munade juures ja saba liigutustega kiirendab vee liikumist nende ümber. Hiidvesiliku liha kasutatakse toiduks.

Teine peitelõpuslaste sugukonna tuntud vorm, peitelõpuslane (Cryptobranchus alleghaniensis), on laialt levinud Põhja-Ameerika idaosas jõgede piirkonnas, 45-50 cm pikk. Väga ablas. Sööb kalu, vähki, usse jne. Peidulise eluviisiga, valgusekartlik, poeb kivide alla.

Peitelõpuslastele lähedaseks sugukonnaks on nurgihammaste (Hynobiidae) sugukond. Neid peetakse mõnede poolt kõige algelisemateks urodeelideks. Oma nimetuse nad on saanud suulaehammaste V-kujulisest asetusest. Siberi nurgihammase vesilik (Hynobius keyserlingi) on kõige põhjapoolsemaks urodeeliks. Muneb munad läbipaistvasse vorstilaadsesse kotti, mis kinnitatakse taimedele. Küünisvesilikud (Onychodactylus) - levinud Habarovskis, Primorje kraisis, Koreas ja Jaapanis - on ainukesed küünistega vesilikud. Elutsevad kiiresti voolavates veekogudes ja küüniste varal hoiavad kinni veealustest asjadest. Kopsid puuduvad, hingamine toimub ainult naha kaudu.

Tõmpsuulased (Ambystomidae) on kohmaka haabitusega loomad, ümardunud koonuga maismaalised vormid. Umbes 20 liiki, levinud Kesk- ja Põhja-Ameerikas. Kõige levinumaks ja tuntumaks tõmpsuulaseks on tiigertõmpsuu (Ambystoma tigrinum), kes on laialt levinud USA-s ja Põhja-Mehhikos. Tema suguküpsed vastsed - suured, kohmakad, tugevate välislõpustega - elavad järvedes ja on tuntud aksolotlite nime all. Viimaseid kasvatatakse

se laialt akvaariumides ilu- ja katseloomadena. Mehhikos kasutatakse neid toiduks. Napil tootumisel ja veekogu vähenemisel moonduvad täiskasvanuks. Akvaariumitingimustes on aksolotleid võimalik olnud muunduma panna ka kilpnäärme sekreedi mõjul.

Aksolotlit peeti varem al ajal eri liigiks (Siredon pisciformis). Tema juures avastati neoteenia (amfiibidel) esmakordselt.

Salamanderlaste (Salamandridae) sugukond on urodeelide keskseks ja kõige liigirikkamaks (üle 100 liigi) rühmaks. Selle vormid on sisalikulaadse kehaga, suhteliselt hästi arenenud jäsemetega. Nahk kõbruline, rikkalikult näärmetega varustatud. Silmalaud olemas. Selgroolülid opistotsöölised, suulae-hambad pikireas. Kopsud olemas. Osalt veelise, osalt maismaalise eluviisiga. Laialt levinud.

Vesiliku (Triturus) liigid levivad Euroopas, Põhja-Aafrikas, Lääne-Siberis, Ida-Aasias, Jaapanis, Põhja-Ameerikas. Kevaditi lähevad vette. Toituvad väikestest veeputukatest, putukate vastsetest, tigudest ja konnakullestest. Meie faunas esineb kaks vesiliku liiki: tähnikesilik (Triturus vulgaris) ja harivesilik (Triturus cristatus).

Lääne-Euroopas, Loode-Aafrikas ja Lääne-Aasia mägimetsades on levinud tähnikesalamander (Salamandra salamandra), 20-25 cm pikkune loom. Äratab tähelepanu oma ereda värvusega: ruugekollased laigud mustal foonil. Mõned bioloogid peavad niisugust värvust hoiatusvärvuseks. Tähnikesalamandri nahanäärmed tõepoolest eritavad väga mürgist vedelikku ja imetajad-röövloomad ning linnud ei puutu seda looma. Liigub aeglaselt, elutseb niisketes varjulistes ja sammaldunud paikades. Alpi, Karsti ja Hertsegoviina mägedes (600-2500 m kõrgusel) elutseb alpisalamander (Salamandra atra), kuni 15 cm pikk. Selle emasloom sünnitab kõigest 2 poega, kes on metamorfoosi juba emakas läbi teinud.

Taga-Kaukaasia läänepoolsetel aladel tuntakse pikksalamandrit (Mertensiella caucásica). See on pruunikasmusta

värvust, ovaalsete kollaste laikudega, pika sabaga loomake. Liigub sisaliku kiirusega, ujub osavasti. Kui tema sabast kinni võtta, siis teeb ta maduajaid liigutusi ja murrab lõpuks teravat pööret tehes oma saba ära. Niisugust nähtust, kus loom oma mingi kehaosa vaenlase kätte jätab (ära murrab), et ise põgenema pääseda, nimetatakse autotoomiaks ja sellele tuleb vaadata kui enesekaitsevahendile. Murdunud saba asemele kasvab pikkamisi uus.

Kopsudeta salamanderlased (Piethodontidae) on väikesed sihvakad salamanderlastest põlvnenud urodeelid. Suulaehambad põiksete ridadena, selgroolülid amfi- või opistotsöölsed. Kopsud puuduvad ja hingamine toimub naha ning neelu limaskestast abil. Vastavalt sellele on ka südame ehitus sekundaarselt lihtsustunud (südame koda ei ole kahaks osaks jaotatud). Osalt veelised, osalt maismaalised vormid. Maismaalised liigid munevad oma munad enamasti niisketes paikadesse ja paljudel jääb isastoom munetud munade juurde valve seni, kui neist kooruvad vastsed või moonde läbiteinud noored loomad. Üle 60 liigi, levinud Põhja-Ameerikas (peale paari erandi).

Pruun koopasalamander (Hydromantes genei) on ainuke sugukonna esindaja, kes on levinud Euroopas (Põhja-Itaalias, Sardiinias ja Lõuna-Prantsusmaal). Elutseb siin mägistel aladel koobastes. Keel on ümmargune (seenjas), servadel vaba ja kinnitub lihaserikkale varrele, mille abil ta suust kaugemale välja visatakse saagi püüdmiseks, milleks on putukad (peamiselt kärbsed), ämblikud, kakandid jne. Öise eluviisiga, vivipaarne. Teised koopasalamandriliigid elavad Kalifornias.

Alligaatorsalamandril (Aneides lugubris), Kaliforniast, on varbad varustatud veresoonte võrguga ja loom kasutab neid arvatavasti hingamiselundina. Elab puuõõntes. Munad munetakse pimedate puuõõnte krobelsele seinal. Võib aktiivselt kaitsta oma mune ja vastseid: tema hambad on väga suured ning tugevad ja ta võib hammustada.

Siugkonnaliste selts (Apoda, Gymnophiona).

Siugkonnalised (apoodid) on osalt kaunis primitiivsed, osalt aga tugevasti eristunud vormid. Eristumine on seoses nende maa-aluse tuhniva eluviisiga. Geneetiliselt on nad lähedased urodeelidele.

Siugkonnaliste keha on suhteliselt väga pikk, ussilaadne, paljudel liikidel rõngjate soonestiste varal väliselt liigendunud. Saba väga lühike, pärast avaneb peaaegu keha lõpul. Jäsemed puuduvad. Silmade ja ninaavade vahel kohal kummalgi pool asetseb eriline kombits, mida loom saab tõmmata vastavasse lohku. Nahk on paljas ja rikkalikult lima- ning mürginäärmetega varustatud. Naha sees leiame paljudel vormidel luust plaadikesi, mida homologiseeritakse kaugete esivanemate luulise rüü jäänustega.

Selgroolülid on amfitsöölised ja neid on, vastavalt keha pikkusele, rohkesti, 200-300. Esinevad lühikesed tõelised roided, mis vastavad kalade alaroidetele. Kolju katteluud tugevasti arenenud, moodustades lausalise kihnu ("psüendostegaalne kolju"). Nina- ja silguluu liituvad suureks tugevaks luuplaadiks; soomusluu on tugevasti arenenud ja lai, suulaeluud liituvad ülalõualuudega. Kõiki neid nähtusi võib vaadelda kui kohastumusi tuhnivale eluviisile. Hambad on väikesed, teravad ja kinnituvad lõualuudele, kuid võivad esineda ka sahk- ja suulaeluudel.

Silmad on mandunud ja naha all peidus. Keskkõrv nõrgalt ja primitiivselt arenenud: trummiõõs ja trummikile puuduvad, kuulmetulbake on alles ühenduses ruutluuga. Väga hästi on arenenud haisteelund, millele vastavalt ka otsaju haistesagarad on suhteliselt haruldastel suured.

Vasak kops on mandunud, parem väga pikk. Sida primitiivse ehitusega: koha vahesein ei ole veel täielik, arteriooskoonuses puudub spiraalne kurd (enamikul teistel amfiibidel esineb).

Isaslooma kloaak võib välja sopistuda ja mängib niisugusel korral kopulatsioonielundi osa. Munad munetakse maa-alus-

tesse urgudesse, puukändude alla jne. Tavaliselt keerduvad emasloomad oma munade ümber ja hoiavad neid ära kuivamise eest, varustades arenevaid vastseid ühtlasi niiskusega. Koorunud vastsed rändavad vette, kus nad oma arenemise lõpetavad. Mõned vormid on vivipaarid.

Toituvad liimukatest ja maa sees elutsevatest putukatest. Meelsasti asuvad sipelgapesadesse.

Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Aafrika ja Lõuna-Aasia troopiliste metsade aladel.

Siugkonnalisel on üldiselt niivõrd ühtlase ehitusega, et moodustavad üheainsa sugukonna, pimelaste (Coeciliidae) sugukonna.

Sellest sugukonnast tuntakse kõige paremini tseiloni kalamadulikke (Ichthyophis glutinosus). See on ligi 40 cm pikkune loom, levinud Indostanis, Indo-Hiinas, Tseiloni saarel ja Suurtel Sunda saartel. Elutseb ojade ja jõgede kallaste läheduses rohukamara all, kus ta endale urud uuristab. Roomab kiiresti, maolaadselt. Kaitseb end ja oma mune ning vastseid aktiivselt sisalikude ja madude vastu hammustamise teel. Niivõrd maismaalisele (maa-alusele) elule kohastunud, et kardab vett ja upub vees.

Troopilise Lõuna-Ameerika vormidest tuleks nimetada rõngurglast (Siphonops annulatus) (ligi 40 cm pikk) ja pimelikke (Coecilia). Viimased on kuni 1 m pikad.

Päriskonnaliste selts (Anura, Salientia).

Päriskonnalisel (anuurid) on kõige kõrgemini organiseeritud ja kõige liigirikkamaks amfiibide seltsiks.

Vaatamata oma arvukusele on anuurid välimuselt siiski kaunis ühtlaseks loomarihmaks. Nende kere on lühike ja lai, kaal väga vähe eraldunud, saba puudub, jäsemed hästi arenenud, kusjuures tagajäsemed on enamasti märksa pikemad kui eesjäsemed. Sellest on tingitud nende omapärane liikumine - hüppamine.

Selgroolülid enamasti protsessid, kereregioonid on kõi-

gest 7-9 selgroolüli, sabalülid on liitunud pikaks pahlluuks (urostyl). Roided enamasti mandunud või puuduvad hoopis. Lauba- ja kiiruluu on liitunud laubakiiruluuks (frontoparietals), silmapiirkonnas leiame iseloomuliku toruja kiilsõelluu (sphenoethmoideum). Lõpuskaared manduvad ja muunduvad keeleaparaadiks (keele tooseks).

Rindluu koosneb mitmest osast. Õlavöötmes esineb rangluu. Kodar- ja küünarluu, samuti ka sääre- ja pindluu on isekeelsis liitunud. Randme ja kanna luud on samuti osaliselt liitunud, osaliselt on nad aga kadunud. Kanna proksimaalsed luud on pikenenud, moodustades jäseme lisahoova. Puhkeasendis on tagajäseme lülid (hoovad) üksteise kõrvale tõmmatud, hüppamisel sirutatakse nad korruga ja kiiresti välja. Eesjäseme esimene varvas on mandunud, tagajäseme esimese varba ees leiame aga tillukese eesvarba (praehallux).

Trummiõõs ja trummikile on olemas, kuigi viimane on mõnedel vormidel naha all. Silmad laugudega.

Lõpused ja lõpuspilud puuduvad. Südame koda eristub kaheks. Aordi kaar eraldub une- ja kopsuarterist.

Levinud kõikidel mandritel, välja arvatud antarktiline ala. Peamiselt lõunapoolkera elanikud. Eriti rohkesti anuure elutseb Lõuna-Ameerikas.

Anuuride fauna jagatakse selgroolülide kuju alusel 5 alamseleks: kaksi-, taga-, ees-, eri- ja võõriklohuised.

Kakailohuliste alamselts (Amphicoela).

Kaksilohulised (amfitsöolid) on kõige primitiivsemateks anuurideks: nende selgroolülid on kaksilohksed (amfitsöölised), seljakeeliku jäänustega, ja osalt kõhrelised; roided on vabad (ei ole selgroolülide ristijätketega liitunud) ja sabalihaste mandunud osad on säilinud.

Siia kuulub liopelmalaste (Liopelmidae) sugukond kahe perekonnaga: Liopelma Uus-Meremaalet, kus see on ainukeseks amfiibide esindajaks, ja Ascaplus Põhja-Ameerikas. Viimane on kohas-

tunud külmades mägiojades elamiseks: isaslooma kloaak on torujaks kopulatsioonielundiks välja veninud, viljastumine on seesmine.

Tagalohuliste alamseits (Opisthocoela).

Selgroolülid tagalohksed (opistotsöölised), mõnedel esinevad vabad roided. Abaluud lühemad kui teistel anuuridel. Lihas-tik primitiivse ehitusega.

Kannuskonlaste (Xenopodidae) sugukond. Keel puudub. Ülalõual hambad. Tagajalgade varvastel küünised, varvaste vahel ujulestad. Ristluulüli õndraluuga liitunud. Elutsevad alaliselt vees ja vastavalt sellele säilivad neil aluaeg küljejooneelundid. Levinud troopilises Aafrikas.

Kannuskonnad (Xenopus), 5 liiki. Tagajalgade varvaste vahel ujulestad, kolmel esimesel varbal küünised ("kannused"). Kannuskonni on kõige suurema eduga kasutatud varase raseduse kindlaksmääramiseks (vt. allpool).

Kärgkonlaste (Pipidae) sugukond. Keel puudub. Hambad puuduvad. Ristluulüli õndraluuga liitunud. Varbad pikad ja otsast hargnenud. Elavad veelompides ja kraavides. Levinud Brasiilias ja Guajaanas.

Kärgkonn (Pipa pipa) on tuntud oma erilaadse sigimisviisi poolest. Kudemise ajaks sopistuvad emaslooma kloaagi seinad välja toruks, mis funktsioneerib munetina. "Muneti" ulatatakse selja peale välja ja isasloom vajutab sellest välja munad, mis jäävad emaslooma seljale, kus nad tugevasti ülestursunud nahasse vajuvad. Iga muna osutub nüüd eri kannus (pesas) ja kannud kogumikuna meenutavad mesilase kärke. Kannudes toimub vastsete arenemine ja isegi moone, kusjuures kannude seinad eritavad vastsetele arenemiseks vajalikke toitaineid. Tavaliselt areneb emaslooma seljal 60-70 muna (vastset).

Ketaskeellaste (Discoglössidae) sugukond. Keel on ketasjas. Ülalõual hambad. 2-3 selgroolüli kannab vabu roideid, ristluulüli vaba.

Sellest sugukonnast esinevad NSV Liidu faunas ungid (Bombina). Neist on kõige levinumaks tavaline unk (Bombina bombina), Kesk-Euroopast ja Ida-Euroopa lõunapoolsetelt aladelt. Väike loom, väga kontrastsete värvidega kõhualusega. Nahk krobeline, mürginäärmed eritavad kanget sekreeti. Elutseb väikestes selgetes veekogudes, tasastel maa-aladel. Ujub osavasti. Maismaal liikudes teeb end mõnikord "surnuks": heidab selili ja jääb liikumatult seisma.

Sellesse sugukonda kuulub ka ökoloogiliselt huvitav kõidikkonn (Alytes obstetricans) - väike (5 cm) tuhakarvahall konnake. Levinud Lääne-Euroopas. Päeval on peidus, öösel peab saagihahti. Munad (umbes 50 tükki) munetakse umbes meetri pikkuse nõõrina. Isasloom kerib pärast munade viljastamist selle nõõri ("kõidiku") 8-taoliselt ümber oma tagajalgade ja eemaldub varjulisesse niiskesse paika, sageli poeb urgu. Mõne nädala pärast siirdub lähemasse veekogusse, kus munadest vastsed välja tulevad.

Erilohuliste alamselts (Anomocoela).

Presakraalsed selgroolülid on tavaliselt protsöülsed või (harvem) vabade lülidevaheliste ketastega. Ristluulüli vaba või liitub pahlluuga. Vabad roided puuduvad.

Sia kuulub mudakonlaste (Pelobatidae) sugukond, mille esindajad sarnanevad osalt kärnkonlastele, osalt konlastele. Silmatera (pupill), vertikaalne, trummikile peidus. Laialt levinud, peamiselt põhjapoolkeral. Üle 50 liigi.

Kesk- ja Ida-Euroopa tuntud mudakonlaseks on mudakonn (Pelobates fuscus). Meil esineb peamiselt Kagu-Eestis. Elutseb niisketel liivamullal aladel. Päeval kaevub mullasse, öösiti peab saagihahti, püüdes mardikaid, rohutirtse, ämblikke jne. Maasse kaevumiseks on tal tagajalgade kannal siseseerval teravaservaline "kühvlike". Munad munetakse lühikese nõõrina, milles nad on mitmelt realt. Vastsed äratavad tähelepanu oma harukordse suurusega (9-10 cm).

Eesloholiste alamselts (Procoela).

Selgroolulid protsöolsed. Ristluulüli liigestub pahlluule kahe liigeskühniku abil. Roided puuduvad.

Kärnkonnased (Bufonidae) on kohmaka kehaga, enam-vähem ühepikkuste jäsemetega eesloholised. Nahk krebeline, rohketel mürginäärmetega ja suhteliselt kuiv. Hambad paljudel puuduvad. Eesvõõtne osad isekeelsis liikuvast ühenduses ("liikrinnalised"). Gonaadide eesmine osa moodustab Bidderi elundi. Levinud Aafrikas (peamiselt ekvatoriaalses), Lõuna-Aasias, Lõuna-Ameerikas ja Austraalias ja ainult üks perekond - kärnkonnad (Bufo) - esineb Euraasias. Üle 800 liigi.

Meie faunas esineb 3 kärnkonnaliiki: tavaline kärnkonn (Bufo bufo), juttself-kärnkonn (Bufo calamita) ja rohekärnkonn (Bufo viridis). Kärnkonnad on ööloomad. Hävitavad väga palju putukaid, tuues seega rohkesti kasu aiandusele ja põllumajandusele. Vette lähevad ainult sigimisajajärguks.

Ameerika kõige tuntumaks ja suuremaks (kuni 25 cm) kärnkonnaks on aaga (Bufo marinus). Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerika rannikul jõesuudmete piirkondades. Aaga on ainuke amfiib, kes võib elada soolasevõitu vees. Nahk tugevasti sarvunud, kopsud hästi arenenud. Väga suurte mürginäärmetega.

Vilekonn (Leptodactylus leptodactylus) on laialt levinud Lõuna-Ameerikas. Väga suur loom, reite tagaküljel punane. Päävad veedab vees, öösiti tuleb veest välja saagijahile. Vilistab tugevasti. Vilistamine toimub erilise häälepõie abil, mis asetseb kurgupiirkonnas.

Sarvikonn (Ceratophrys cornuta) levib samuti Lõuna-Ameerikas ja on suur loom. Ülekaalukalt punast värvust, emasloom piki selga roheline. Ülemine silmalaug moodustab kõrge terava sarvunud oga ("sarv"). Kaevub mullasse, jättes pea välja, ja varitseb niiviisi saaki.

Austraalia kärnkonnlastest nimetaksime varvaskonna (Chiroleptes platycephalus). Üks varvastest pikk ja peenike ja teistele varvastele oponeeritav. Kuiva ajaga kaevub maapinnasse, kogudes enne seda kusepõie ja naha alla ja isegi kehaõõnde rohkesti vett varuks.

Lühipealased (Brachycephalidae) on väikesed (ülimalt 4 cm pikad) kärnkonnalaadsed eeslohuilised. Kärnkonnlastega sarnanevad nad ka oma sisemiselt ehituselt. Ristluulüli ristijätked (peale väheste erandite) laienenud. Ülalõuas hambad puuduvad. Õlavöötme osad ees keskel enam-vähem liitunud ("kinnisrinnalised"). Peamiselt maismaa- ja puudevormid. Lõuna- ja Kesk-Ameerikas.

Nokiskonn (Rhinoderma darwini) äratav tähelepanu oma erilaadse sigimisega. Selle konna isasloomal on õhuke paaritule häälepõiele vastav kurgualune kotike, mis ulatub kuni keha tagatsani ja mida kasutatakse haudekotikesena. Isasloom "neelab" siia viljastatud munad ja vastsed teevad siin läbi oma arengu ja moonde. Esialgu toituvad vastsed munarebu arvel, hiljem aga isaslooma keha mahladest. Nokiskonn elutseb peamiselt vees, väikeses veekogudes. Ninamik ulatub nokisena ette. Levinud Tsiilis.

Värvalkonn (Dendrobates tinctorius), Ameerika troopiliste metsaalade vorm, omab varvastel napakesi. Selle konna nahanäärmete eritised on väga mürgised ja Lõuna-Ameerika pärismaalased kasutavad seda noolemürgina. Mürk surmab mõne minuti jooksul isegi suuri loomi nagu põtru, jaaguare jne. Mõned värvalkonna liigid munevad oma munad vihmaveeloikudesse. Kui vesi kaduma hakkab, imevad kullased end vanemate seljale kinni ja lasevad end uutesse veekogudesse kanda.

Lehekonlaste (Hylidae) sugukonna vorme iseloomustavad varvaste lõpul asetsevad kettalaadsed napakesed. Tänu niisugustele napakestele on lehekonlased suutelised püstseid pindu mööda ronima ja elavad seetõttu enamasti puudel. Napakesed on varustatud näärmetega, mis napakese alumise pinna kleepuvaks muudab. Ülalõuas hambad. Eluviisilt kõige väledamad ja liikuvamad vormid. Üle 400 liigi, levinud peamiselt Lõuna-Ameerikas ja Austraalias.

Lääne-Euroopas, NSVL Euroopa-osas, Kaukaasias ja Väike-Aasias esineb sellest sugukonnast puu-lehekonn (Hyla arborea). See elutseb peamiselt metsades, puudel, kus ta liigub suure

osavusega. Eriti aktiivne on öösiti. Rohelise värvuse tõttu on teda väga raske märgata. Kudemise ajaks läheb vette.

Brasiilias levinud pesa-lehekonn (Hyla faber) on oma nimetuse saanud sellest, et ta munade jaoks ehitab jõekalda piirkonda mudast "pеса". Viimane kujutab endast veest väljaulatuvat ringvalli, mille sisemine pind varvaste suurte napakeste varal siledaks voolitakse. Pesa ehk vall-loigu läbimõõt on umbes 30 cm.

Lõuna-Ameerikas levinud taskukonnade (Gastrotheca) emasloomal seljal leidub tahapoole pilujalt avanev tasku, millesse isasloom surub viljastatud munad. Niisuguses taskus toimub vastsete arenemine, kusjuures mõnede liikide juures teevad vastsed siin läbi ka moonde, teistel väljuvad siit varem ja lõpetavad oma arenemise vees. Sarv-taskukonna (Gastrotheca cornutum) vastsed äratavad tähelepanu oma erilaadsete lõpustega: need on siin pika varrekeste otsas asetsevate kellukeste taolised.

Lõuna-Ameerika lehekonnlastest nimetaksime veel haardkonnade (Phyllomedusa) perekonda. Nende konnade eesmine varvas, niihästi ees- kui ka tagajalgadel on teiste varvaste suhtes vastandatav, nii et jalad on siin haardeelundiks kujunenud. Huvipakub ka haardkonnade sigimine: nad munevad oma munad vee kohal rippuvatele puulehtedele, mille servad siis kokku pööratakse. Hiljem kukuvad kullased siit vette.

Vööriklohuuliste alamselts (Diplasiocoela).

Eesmised presakraalsed selgroolülid protsöölised, viimane - enamasti opistotsöölne. Ristluulüli eest kumer, taga kahe liigespõnda varal öndraluuga liigestunud. Roided puuduvad.

Selle sugukonna kõige tuntumaks sugukonnaks on konlased (Ranidae). Levinud kõikides maailmajagudes. Tekkisid vanas maailmas, kusjuures Aafrika oli nende eristumise keskuseks. Umbes 450 liiki.

NSV Liidus esineb konlaste sugukonnast ainult konnade (Rana) perekond. Meie faunas on need esindatud nelja liigiga: rohukonn (Rana temporaria), veekonn (Rana asculenta), raba-

konn (Rana terrestris) ja järvekonn (Rana ridibunda). Nendest on kõige tavalisemaks vormiks rohukonn. See läheb vette ainult vara kevaditi, kudemise ajaks. Talvel ja kudemise ajal ei sõõ midagi ja alustab toidujahti alles pärast kudemist. Veekon elutseb kogu aeg madalates kinnikasvavates veekogudes veepinna piirkonnas saaki varitsedes. Kõik nimetatud konnad on väga kasuliku loomad.

Hiidkonn (Rana goliath), Kamerunist, üle 25 cm pikk, on suurimaks konnaks ja ühtlasi suurimaks anuuriks. Peaaegu sama suur on üks teine Aafrika konlane - kaevekon (Pyxicéphalus adspersus). Viimase liha kasutavad pärismaalased toiduks. Põhja- ja Ameerika suurimaks konnaks on härgkon (Rana catesbeiana) (kuni 20 cm pikk).

Lendkonlaste (Polypedatidae) sugukonna vormidest on enamik arborikoolid. Paljude varbad on varustatud nappadega ja ujulestadega, mistõttu nad võivad puudel osavasti ronida ja puult puule liuelda ("lennata"). Viimasel juhul mängivad ujulestad langevarjude osa. Levinud Kagu-Aasias, Indoneesias, Aafrikas ja Madagaskaril. Umbes 400 liiki.

Mõned Kagu-Aasia ja Indoneesia lendkonnad (Polypedates) väärivad tähelepanu oma sigimiselt: munad munetakse vee kohal rippuvatele puulehtedele ja need keeratakse ning kleebitakse siis kokku; munapakend kuivab väljaspoolt ära, kuid selle sisemuses muutuvad sültjad munakestad vedelikuks, milles kulesed arenevad ja millest nad toituvad.

Ahassuulaste (Brevicipitidae) sugukond äratub tähelepanu oma suure mitmekesisusega (56 perekonda). Elavad puudel või kaevuvad pinnasesse. Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Lõuna-Aafrikas ja Madagaskaril, Kagu-Aasias ning Indoneesias.

Mosambiki kerakonn (Brevicora mossambicus) - Ida-Aafrika väike, väga lühikese peaga, ettepoole suundunud silmadega, väga lühikeste jäsemetega ja tugevasti ümardunud kerega, hambutu vorm - elab maa sees, kust ta niiskusega või saju ajal välja tuleb. Toitub termiitidest.

15. Geograafilisest levikust.

Amfiibide levikus mängivad ökoloogilised tegurid (millised?) juhtivat osa. Sellega on seletatav, et amfiibid puuduvad ookeanisaartel ja (peale väheste erandite) kõrbealadel ning on rikkalikult esindatud troopilistel niisketel aladel. Ka tuleb arvestada, et amfiibide levimises on maastikulised tegurid hoopis suurema takistava mõjuga (miks?) kui kõrgemate maismaaloomade levimises.

Kui vaadelda amfiibide levikut üksikute zoogeograafiliste tsoonide ja regioonide kaupa, siis ilmneb, et arktogeat iseloomustab urodeelide rohkus ja apoodide puudumine. Seejuures märkame, et palearktilise ja nearktilise regiooni vahel on amfiibide levikus nii sarnasust kui ka spetsiifilisi erinevusi. Euroopat iseloomustavad salamanderlased esinevad ka Põhja-Ameerikas, proteuslaste, peitelõpuslaste ja pruuni kopa-salamandri esinemine nii Euroopas kui ka Põhja-Ameerikas. Kõik nimetatud rühmad (ja liigid) osutavad katkendlikku levikuareali ja on seega oma kunagise ühise ulatusliku leviku nõrgaks järelnähtuseks. Muidugi leelame nii pale- kui ka nearktiskas ka laia levikuga rühmi (konlased, lehekonlased, muda-konlased, kärnkonnad).

Erinevus pale- ja nearktilise regiooni vahel avaldub selles, et palearktikat iseloomustab ketaskeellaste, Siberit nurgihammastaste ja Põhja-Ameerikat sireenlaste ning tõmpaunistaste esinemine.

Neogeat iseloomustab peaaegu täielik urodeelide puudumine, apoodide esinemine ning kõrgemate anuuride rohkus.

Etiopia regioonis on levinud peale kosmopoliitsete rühmade (konlaste, kärnkonlaste, mudakonlaste ja lehekonlaste) kannuskonlased, osa ahassuulasi ja lendkonlasi.

Orientaalses regioonis kohtame peale kosmopoliitsete vormide samuti lühipealasi ja puukonlasi.

Austraalia ja neotroopilist regiooni iseloomustab nn.

liikrinnaliste anuuride - kärnkonnaste ja lehekonlaste - rühkus. Viimaseid on umbes 90% kohalikust amfiibidefaunast.

Austraalias puuduvad apoodide ja vööriklohuiliste rühmast esineb siin vaid üks Rana liik. Märkimist väärib ka, et Austraalia kärnkonnad sarnanevad niihästi etioopia kui ka neotroopilise regiooni omadega.

Neotroopiline regioon on neogea regioonidest ainuke, kus on levinud urodeeliid, kuid kõigest kahe perekonna - Hydromantes ja Pléthodon - kujul, kes siia on siirdunud Põhja-Ameerikast. Samuti esinevad siin vaid mõned Põhja-Ameerikast tulnud konlased. Madalamatest anuuridest on neotroopilises regioonis esindatud kärgkonlased. Kõrgematest anuuridest on neotroopilises regioonis levinud - peale kosmopoliitsete vormide - ahassuulased ja lühipealased (millised liigid?). Viimased on neotroopilise regiooni endeemiliseks sugukonnaks.

Mis puutub NSV Liidusse, siis võtab see oma alla suurema osa palearktilisest regioonist, aga kuna viimane on üldiselt amfiibide poolest vaene, siis ei ole NSV Liidu amfiibidefauna suur: me leiame siin 10 urodeeliliiki ja 23 anuuriliiki. Seejuures on enamik Liidu amfiibe lõunapoolsete piirkondade vormid. Eesti NSV territooriumil on levinud 2 urodeeli- ja 8 anuuriliiki (millised?).

Eesti NSV territooriumi amfiibide levik osutub selles mõttes huvitavaks, et siit läheb läbi mitme amfiibi levikupiir ja et mõnedel liikidel on siin nähtavasti välja kujunenud teistsugused ökoloogilised nõudlused kui samadel liikidel mujal.

16. Amfiibide looduslikust ja majanduslikust tähtsusest.

Looduse majapidamise seisukohalt tuleb amfiibidele vaadata eeskätt kui energia transformaatoreile. Toitudes mitmesugustest ussidest, putukatest, putukate vastsetest, limustest ja mitmesugustest teistest vähematest loomadest, on nad ise toiduks paljudele lindudele (kured, mõned kullilised, kakud, varased jne.), madudele, kilpkonnadele, mitmetele kiskjalistele

jne. Mitmed kalad, mitmed veemardikad jt. söövad meelsasti konnade vastseid. Kuna amfiibe, eeskätt mitmesuguseid "konni", on looduses üldiselt siiski kaunis ohtrasti, siis peaksid nad toitumiskettide lülidena looduse tasakaalus seega küllalt suurt osa mängima.

Mis puutub seejuures amfiibide kahjulikkusesse. siis ei ole see kuigi suur. On täheldatud näit., et mõnede konnade vastsed võivad kahjulikud olla kalakasvatustes, kuna nad hävitavad ära rohkesti loomi, keda kalamaimud võiksid toiduks tarvitada. Ka söövad näit. täisealised veekonnad kalamaime. Kalu söövad ka mitmed suuremad urodeelid (Megalobatrachus, Cryptobranchus jt.). Samuti hävitavad amfiibid kahjulikkude putukate kõrval ka kasulikke putukaid (mõned näit. isegi mesilasi).

Amfiibide poolt toodav kasu on igatahes võrratult suurem kui kahju ja seega tuleb amfiibe üldiselt väga kasulikkudeks loomadeks pidada. Amfiibid toovad suurt kasu kõigepealt kahjulikkude putukate ja limuste hävitamisega. Seega osutuvad nad väga kasulikkudeks viljapuu- ja kõögiviljaaedades ning kasvuhoonetes. Mitmetes maades koguvad aednikud (ja isegi ostavad) oma aedadesse seepärast rohkesti kärnkonna - need on neile siin ustavateks abilisteks. Kesk-Aasias, Hiinas ja Jaapanis tulevad konnad määratu suurel arvul riisipõldudele ja, tänu oma plusale, aitavad siin kahjurite hävitamisega märgatavalt kaasa saagi hoidmiseks. Nad täiendavad siin öösiti seda tööd, mis laululinnud teevad päeval.

Mitmetes maades kasutatakse kahepaiksete liha toiduks. Jaapanis näit. süüakse hiidvesiliku liha, Aafrikas - kaavekonna oma, Lääne-Euroopas on selles mõttes väga tuntud loomaks veekonn. Veekonna reisi hakati kasutama juba keskajal "paastuliha" nime all. Väga palju mitmesuguste konnade liha süüakse ka Põhja-Ameerikas. USA-s tapetakse ja süüakse igal aastal umbes 100 miljonit konna.

Konni, nagu tähendatud, on looduses üldiselt külluses ja ilmaaegu hävib neid igal aastal massiliselt. Selle lihahulga

kasutamine on mõeldav ka põllumajanduses - kodulindude (partide, hanede, kanade) toitmiseks. Algust on sellega mitmel pool tehtud. Ka on mõeldav konnade liha kasutada jahvatatult, liha-jahuna. Mudakonna vastseid saab kasutada partide ja hanede nuumamiseks. Konnade liha kasutatakse ka vähkide püüdmisel.

Mitmed anuurid (eeskätt kannuskonnad) on kliinikutes kasutamist leidnud varase raseduse kindlakstegemiseks. Raseda naise uriin, mis sisaldab gonadotroopseid hormone, kutsu- isastel kannuskonnadel esile tormilise spermatogeneesi, spermatooidide eraldumise ja viimaseid on võimalik looma kloa- gis kindlaks teha. Meie konnadest sobib selleks otstarbeks rohekonn.

Tuleb mainida lõpuks ka seda, et tänu oma suurele vastu- pidavusele ja "tuimusele", on amfiibid - eeskätt konnad - saa- nud teaduslike katsete ja bioloogiliste uuringute ning vaatluste objektideks. Niisugustena on nad inimesele tema tea- duslike avastuste alal rohkesti kasu toonud. Akvaariumiloo- madest on konnad ja vesilikud ühed tähtsamad ja vaevalt saa- me kujutleda koolides elavnurka ilma nendeta.

S I S U K O R D.

	Lk.
SISSEJUHATUS	3
KEELIKLOOMADE HÕIMKOND (CHORDATA)	3
ÜRKEELIKLOOMADE ALAMHÕIMKOND (HEMICHORDATA)	5
MANTEELLOOMADE ALAMHÕIMKOND (TUNICATA, UROCHORDATA)	8
MERETUPPEDE KLASS (ASCIDIAE)	8
RIPIKLOOMADE KLASS (APPENDICULARIAE, COPELATA)	11
SALPIDE KLASS (SALPAE, THALIACEA)	11
KOLJUTUTE ALAMHÕIMKOND (ACRANIA, CEPHALOCHORDATA)	12
SELGROOGSETE ALAMHÕIMKOND (VERTEBRATA)	20
SÕÖRSUUDE KLASS (CYCLOSTOMATA)	36
1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine	36
2. Välistunnused ja katted	37
3. Toese-elundid ja lihased.	38
4. Närvisüsteem ja meeelundid	39
5. Seede- ja hingamiselundid	41
6. Ringeelundid ja vereringe	42
7. Eritus- ja suguelundid	42
8. Süstemaatiline ülevaade	43
Pihklaseliste selts (Myxiniiformes)	43
Silmuliste selts (Petromyzoniformes)	44
KÕHRKALADE KLASS (CHONDRICHTHYES)	45
1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine	45
2. Välistunnused ja katted	48
3. Toese-elundid	51
4. Närvisüsteem	54
5. Seede- ja hingamiselundid	56
6. Ringeelundid	57
7. Erituselundid	58
8. Suguelundid ja sigimine.	59
9. Ontogeneetilise arenemisest	61
10. Süstemaatiline ülevaade	61
Varilõpuseseste alamklass (Elasmobranchii).	61
Hailiste selts (Selachoidi)	62

Railiste selts (Batoidei)	65
Täispealiste alamklass (Holocephali)	67
LUUKALADE KLASS (OSTEICHTHYES)	68
1. Üldine iseloomustus, põlvnemine, fülogenees	68
2. Välistunnused	70
3. Katteelundid	73
4. Toese-elundid, lihased ja elektri-elundid	76
5. Närvisüsteem ja närvitegevus	82
6. Meeleelundid ja nende tegevus	84
7. Seedeelundid ja toitumine	88
8. Hingamiselundid	90
9. Ringeelundid ja vereringe	92
10. Erituselundid. Suguelundid ja sigimine	94
11. Ontogeneetilise arenemisest	98
12. Kalade ökoloogiast	99
13. Kalade geograafilisest levikust	105
14. Süstemaatiline ülevaade	107
Hulkuimsete alamklass (Polypteri)	107
Kõhrluuste alamklass (Chondrostei)	109
Täisluuste alamklass (Holostei)	111
Vaaphaugiliste selts (Lepidosteiformes)	112
Mudakalaliste selts (Amiiformes)	113
Pärisluukalade alamklass (Teleostei)	113
Heeringaliste selts (Clupeiformes)	114
Karpkalaliste selts (Cypriniiformes)	118
Haugiliste selts (Esociformes)	121
Tuulekalaliste selts (Beloniformes)	122
Angerjaliste selts (Anguilliformes)	122
Tursaliste selts (Gadiiformes)	123
Liitlõualiste selts (Syngnathiiformes)	124
Ogalikuliste selts (Gasterosteiformes)	126
Ahvenaliste selts (Perciformes)	126
Pärisahvenaliste alamselts (Percoidei)	127
Limakalaliste alamselts (Blennioidi)	128
Makrelliliste alamselts (Scombroidei)	128
Mudilaseliste alamselts (Gobioidi)	129
Merehärjaliste alamselts (Cottoidei)	130

Lestaliste selts (Pleuronectiformes)	132
Kerakalaliste selts (Tetrodontiformes)	133
15. Luukalade looduslikust ja majanduslikust tähtsusest	134
HOAANKALADE KLASS (CHOANICHTHYES)	136
1. Üldine iseloomustus ja põlvnemine	136
2. Üldbioloogiline ülevaade	138
Vihtuimsete alamklass (Crossopterygii)	142
Kopskalade alamklass (Dipnoi)	143
KAHEPAIKSETE KLASS (AMPHIBIA)	145
1. Üldine iseloomustus, süstemaatiline rühmitus ja põlvnemine	145
2. Kehakuju ja välimine liigendus. Liikumine	149
3. Katted. Näärmed. Värvus	150
4. Toes ja lihastik	153
5. Närvisüsteem ja närvitegevus	159
6. Meeleelundid	161
7. Seedeelundid ja toitumine. Toitumisbioloogia	164
8. Hingamiselundid ja hingamine	166
9. Ringeelundid ja vereringe	168
10. Erituselundid	171
11. Suguelundid ja sigimine. Sigimisbioloogia	172
12. Ontogeneetilise arenemise. Metamorfoos	176
13. Elutingimused. Ökoloogiline levik, olenevus teis- test organismidest	180
14. Süstemaatiline ülevaade	184
Sabakonnaliste selts (Urodela, Caudata)	184
Siugkonnaliste selts (Apoda, Gymnophiona)	190
Päriskonnaliste selts (Anura, Salientia)	191
Kaksilohuliste alamselts (Amphicoela)	192
Tagalohuliste alamselts (Opisthocoela)	193
Erilohuliste alamselts (Anomocoela)	194
Eeslohuuliste alamselts (Procoela)	195
Vööriklohuuliste alamselts (Diplasiocoela)	197
15. Geograafilisest levikust	199
16. Amfiibide looduslikust ja majanduslikust tähtsu- sest	200

Hind 38 kop.